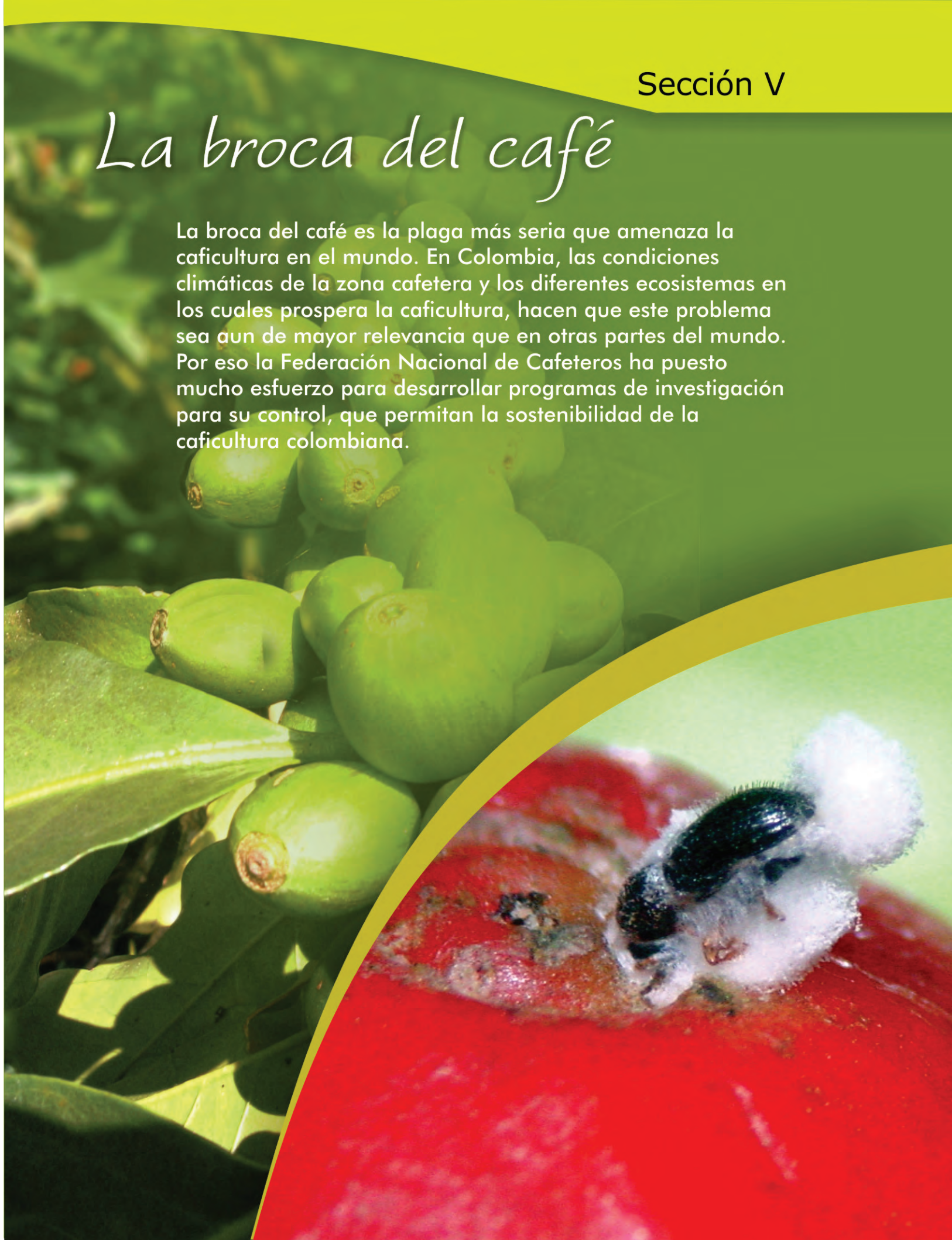


La broca del café

La broca del café es la plaga más seria que amenaza la caficultura en el mundo. En Colombia, las condiciones climáticas de la zona cafetera y los diferentes ecosistemas en los cuales prospera la caficultura, hacen que este problema sea aun de mayor relevancia que en otras partes del mundo. Por eso la Federación Nacional de Cafeteros ha puesto mucho esfuerzo para desarrollar programas de investigación para su control, que permitan la sostenibilidad de la caficultura colombiana.





CAPÍTULO 33

Aspectos sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia

Álex Enrique Bustillo Pardey

En 1988 se detectó en Colombia la presencia de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en el Sur de Nariño. Este insecto es la plaga más importante que afecta el café en los países cafeteros donde ha llegado. Hace el daño al atacar el fruto del café y reproducirse internamente en el endospermo, y causa la pérdida total del grano y en muchos casos, su caída prematura; además, reduce la calidad del producto final (Cárdenas, 1991; Bustillo, 1991). Actualmente, se encuentra infestando cerca de 800.000 hectáreas de café y afecta el patrimonio de más de medio millón de familias cafeteras colombianas.

La caficultura colombiana se ha mantenido libre de problemas de insectos durante todo su desarrollo como explotación comercial. Solamente se han registrado ataques esporádicos de insectos como: *Leucoptera coffeella* (Guerin - Méneville), *Coccus viridis* (Green), *Planococcus citri* (Risso), *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), *Puto antioquensis* (Murillo), *Oxydia* spp. y el ácaro *Oligonychus yothersi* McGregor (ICA, 1989; Cárdenas, 1983, 1985). Estos insectos y ácaros no se han convertido en plagas serias debido a que el ecosistema cafetero es bastante estable y posee buena biodiversidad, lo que favorece el desarrollo de la fauna benéfica, que mantiene en equilibrio las plagas potenciales presentes en los cafetales.

Por otra parte, en las zonas cafeteras no se han usado indiscriminadamente los insecticidas, y se considera que Colombia es el único país en el mundo en el cual la caficultura se manejó con muy poco uso de insecticidas, hasta la llegada de la broca (Bustillo, 1991).

Esta situación de equilibrio se ha visto afectada con la aparición de la broca del café. La broca es una plaga exótica originaria de la zona ecuatorial de África probablemente de Etiopía, e introducida accidentalmente al continente americano en Brasil, a principios del siglo pasado (Bergamin 1943). Por eso, cuando llega a un lugar con condiciones favorables, desarrolla todo su potencial biótico sin ninguna restricción y alcanza altos niveles de población, debido a la carencia de agentes de control, que han coevolucionado con ella en su sitio de origen (Bustillo, 1991).

El uso de insecticidas como única medida de control de *H. hampei* no es recomendable. Esta práctica ampliamente usada en otros países cafeteros de América con presencia de broca (Decazy, 1990a), tiene muchos inconvenientes. Uno es que las aspersiones con insecticidas sólo son eficientes cuando se aplican oportunamente, esto ocurre cuando el insecto está penetrando el fruto y el producto entra en contacto con la broca, ya que una vez en el interior de la almendra, ningún insecticida ofrece un control satisfactorio (Villalba et al., 1995). Por otra parte, debido a las condiciones climáticas en Colombia el café florece en múltiples ocasiones (Camayo y Arcila, 1997), lo que origina que en zonas como el eje cafetero, existan durante todo el año muchos frutos susceptibles de ser atacados por la broca (Vélez et al., 2000; Arcila et al., 1993). Esta situación genera una necesidad de controlar sus poblaciones mediante aspersiones de insecticidas químicos, las cuales traerían como consecuencias: problemas de contaminación ambiental, residuos no admisibles de insecticidas tanto en la planta como en el suelo, riesgos para la salud de sus habitantes y de la vida animal en los cafetales, desequilibrios biológicos al eliminar la fauna benéfica ocasionando el surgimiento de insectos que antes no eran plagas (Bustillo et al., 1993).

La aplicación continuada de insecticidas también conduce al desarrollo de resistencia, como ha sido comprobado para el endosulfán, en Nueva Caledonia (Brun *et al.*, 1989; Ffrench-Constant *et al.*, 1994) y recientemente en Colombia (Góngora *et al.*, 2001). Como consecuencia de lo anterior, es necesario utilizar todas las herramientas que se encuentren disponibles para combatir la broca, como son: prácticas de control cultural, prácticas de manejo agronómico del cultivo del café que reduzcan sus poblaciones, el fomento de la fauna benéfica, la introducción de enemigos biológicos como parasitoides y entomopatógenos, desde su sitio de origen, que jueguen un papel importante sobre las poblaciones de broca. Entre estos organismos, los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston, *Phymastichus coffea* La Salle y el hongo *Beauveria bassiana* (Báls.) Vuillemin, se consideran componentes importantes en un programa de control biológico de la broca del café (Bustillo, 1991, 1995; Benavides *et al.*, 1994; Orozco, 1995; Orozco y Aristizábal, 1996).

El anterior enfoque está enmarcado dentro del concepto de **Manejo Integrado de Plagas (MIP)** (NCA, 1969; Rabb y Guthrie, 1970; Andrews y Quezada, 1989). El MIP proporciona una serie de principios y conceptos sobre el control de plagas que se integran y, en una forma teórica, se esbozan para establecer un derrotero ecológico en la solución del problema. Por lo tanto, el MIP es flexible, dinámico y susceptible siempre de mejorarse, aunque su comprensión y adopción por parte de los agricultores puede ser difícil. En el caso de *H. hampei*, el desarrollo del programa de manejo integrado de la broca (MIB) (Bustillo *et al.*, 1995; Bustillo 2002; Benavides y Arévalo, 2002), se ha enfocado dentro del siguiente marco teórico: “El uso de una serie de medidas de control (culturales, biológicas y químicas) tendientes a reducir las poblaciones de la broca en los cafetales a niveles que no causen daño económico y que permitan la producción de café para exportación en forma competitiva. Las medidas de control que se utilicen deben ser compatibles y no causar efectos deletéreos a los moradores de la zona cafetera, a la fauna, ni contaminar el ecosistema cafetero”. Este enfoque actualmente se amplía hacia el **Manejo Integrado del Cultivo**, incluyendo además de lo anterior, todas aquellas prácticas agronómicas que no están dirigidas directamente al combate de la broca, pero que si se llevan a cabo pueden contribuir indirectamente a la reducción de sus poblaciones (Figura 33.1).

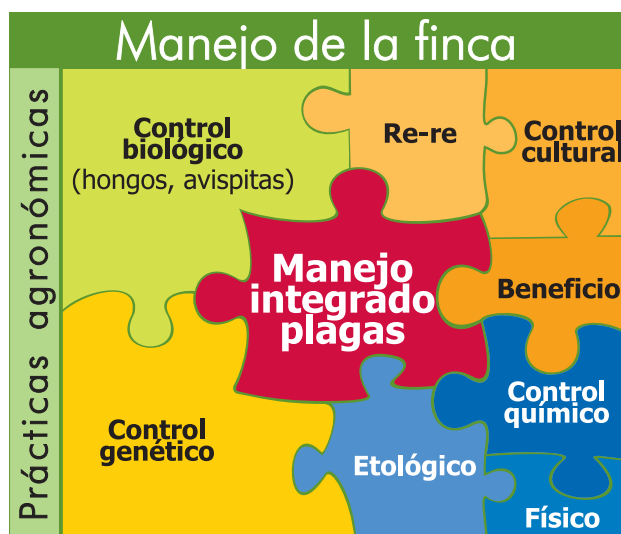


Figura 33.1. Esquema del rompecabezas del manejo integrado de la finca con sus diversos componentes.

Origen de la broca del café

La broca es originaria del África ecuatorial, pero el sitio exacto aún se desconoce. La información que atribuye su origen a Etiopía es puesta en duda por las informaciones de Silvain (1955, 1958), quien afirma que en sus recorridos por la zona cafetera de Etiopía no observó la broca, ni signos de su daño. Esto también fue corroborado por el entomólogo Greathead (1968), quien en forma conclusiva indica que no encontró signos de ataque de broca en los cafetales de Etiopía, para la época de su visita. Debido a que Etiopía es considerado el centro de origen de *Coffea arabica*, la ausencia de *H. hampei* en este país hacia el año 1968, abre la hipótesis de que este insecto se originó en otra parte del mundo, sobre *Coffea canephora*, cuyo centro de origen es el Occidente de África (Waller *et al.* 2007), lugar de donde llegó la broca a Asia y América.

Por otra parte, la mayoría de las incursiones en países africanos para conseguir enemigos nativos de la broca, se han hecho desde Costa de Marfil, Togo y Uganda, en donde el principal cultivo es *C. canephora*.

Distribución de la broca del café

La broca fue introducida al continente americano en Brasil, en 1913. Se encuentra en prácticamente todos los países productores de café (Le Pelley, 1968) (Tabla 33.1). En Colombia se registró por primera vez en el Sur del departamento de Nariño, hacia 1988, y su dispersión fue rápida, ya que encontró condiciones muy favorables debido especialmente al clima, a la continuidad de la zona cafetera y a su grado de tecnificación, que le aseguraron suministro permanente de alimento (Bustillo, 1991). Además, su dispersión se agilizó debido a la aparición simultánea del insecto en muchos sitios (Ancuya, Nariño; La Plata, Huila; Remedios, Antioquia; Ansermanuevo, Valle del Cauca) y al movimiento ilegal de productos vegetales, desde países como Perú y Bolivia.

Lo anterior está documentado por estudios de Benavides (2005b) y Benavides *et al.* (2005), quienes al analizar la distribución de la broca en el mundo, con herramientas moleculares y la amplificación de cientos de *loci*, a partir de muestras de broca provenientes de 17 países de tres continentes (África, Asia y América), indican que la broca primero invadió Asia y luego América, con insectos procedentes del Occidente africano. La distribución de las huellas dactilares y su relación genética, determinada por un análisis de "neighbor - joining", indicó que dos introducciones de broca en Brasil se dispersaron posteriormente a las Américas, y una tercera introducción en América fue evidente en Perú y Colombia (Benavides, 2005a).

Muchos insectos tratan de migrar como un mecanismo de supervivencia. En el caso de la broca existe una proporción de adultos que vuela y se dispersa, por consiguiente es casi imposible erradicar un insecto con aspersiones de insecticidas o control cultural, si en un momento dado parte de su población está volando y otra parte está refugiada en otros cafetales, donde no se están haciendo prácticas para reducir su población (Baker, 1984). Además, es muy difícil que los insecticidas sean efectivos cuando la broca ya ha ingresado al endospermo del fruto del café (Villalba *et al.*, 1995). Por lo tanto, una vez la broca aparece en una zona hay que tratar de convivir con ella; hasta el momento no ha sido posible erradicarla de los lugares donde ha llegado.

En la selva tropical, donde se originó la broca hace mucho tiempo, se supone que había una gran diversidad de especies y, por lo tanto, los cafetos se encontraban dispersos y con baja producción de frutos, lo cual obligaría a la broca a adaptarse a desplazamientos largos. La broca vuela levantándose lentamente y casi en forma vertical, hasta encontrar corrientes de aire que la arrastran a otros sitios. También puede mantenerse libremente hasta una hora y media o más de tres horas en vuelos sucesivos (Baker, 1984).

En un estudio realizado en Colombia para evaluar las poblaciones de la broca y su dispersión a cafetales vecinos después del zoqueo, sin retirar los frutos de los árboles zoqueados, se encontró que el potencial de estados biológicos vivos de la broca en los lotes de una hectárea, era de 5,8 millones, y se observó que su reproducción continuaba aún después de tres meses de estar en el suelo. Es así como en los primeros 30 días emergió del suelo la mayor cantidad de adultos de broca y se triplicó el porcentaje de infestación en los lotes vecinos. A los 70 días después del zoqueo, cerca del 80% de la población de adultos de broca emergió,

Tabla 33.1. Años en los cuales se detectó la broca del café en países de Centro y Suramérica.

Año	País	Año	País
1913	Brasil	1984	Bolivia
1960	Surinam	1988	Colombia
1962	Perú	1990	Nicaragua
1971	Guatemala	1990	Cuba
1977	Honduras	1995	República Dominicana
1978	México	1995	Venezuela
1978	Jamaica	2000	Costa Rica
1981	El Salvador	2005	Panamá
1981	Ecuador	2007	Puerto Rico

y se registraron emergencias aún después de 150 días. Esto implica que se tiene un flujo constante de brocas hacia los cafetales vecinos, lo que dificulta y encarece el control de la broca (Castaño *et al.*, 2005). Esta información ratifica la necesidad de seguir las recomendaciones de Cenicafé sobre zoqueo, que en esencia se reducen a retirar de los árboles los frutos con broca, antes de cortar las ramas, y usar árboles trampas en los cuales se deben cosechar oportunamente los frutos (Cenicafé, 1995a). Recientemente se ha encontrado que esta actividad se hace más eficiente con el uso de guantes de cuero, para retirar todos los frutos de los árboles antes del zoqueo¹.

Generalidades sobre la biología de la broca

Inicialmente, la broca es atraída a los cafetales por el “olor” (metabolitos secundarios que produce el café en su proceso de formación del fruto) y luego, por el color y la forma del fruto. Las brocas que llegan posteriormente, son atraídas por los mismos factores, pero también por los volátiles liberados por el fruto del café infestado por la primera broca. Hay evidencias que en los desechos fecales se producen sustancias que atraen a otras hembras. Las hembras tienden a agregarse al llegar a un cafetal y se concentran en ciertas ramas y árboles (Baker, 1984).

La preferencia de la broca del café por el color fue estudiada por Mendoza (1991), usando frutos en diferentes estados de maduración y frutos simulados, constituidos por bolas de icopor. Se evaluaron frutos con colores verde, amarillo, rojo y negro. Este investigador pudo comprobar que la broca tiene marcada preferencia por el negro y el rojo, tanto en frutos naturales como en frutos simulados. En India, Dharmadasa (1997) en experimentos controlados, también demostró sin lugar a dudas, la atracción visual de la broca del café por el color rojo.

Mathieu *et al.* (1997), al liberar 3.000 hembras de broca dentro de un recinto cerrado, recapturaron el 45% usando trampas de embudos múltiples cebadas con la mezcla metanol-etanol, en proporción 1:1. Las trampas de color rojo y con la menor tasa de liberación del atrayente (0,5 g/día) fueron más eficientes. En el campo, González y Dufour (2000) demostraron que el color rojo atrae más a la broca, por lo que recomiendan su uso como atrayente visual para reforzar el efecto atractivo de los volátiles de la mezcla de alcoholes.

En la literatura, se indica que la broca es un insecto muy abundante bajo condiciones de sombra, pero esto no significa que sus poblaciones sean mayores en este hábitat. Es cierto que este insecto está adaptado a condiciones de sombrío, ya que en África, el café es una planta que en su estado natural se encontraba bajo sombra, proporcionada por árboles grandes en la selva (Baker, 1984). Sin embargo, en ecosistemas bajo sombrío la producción de frutos es menor que a libre exposición. En Colombia, en cafetales a libre exposición, plantados en altas densidades, de la variedad Caturra y la Variedad Castillo®, se produce un auto-sombrío que favorece el ataque de la broca, pero debido a las altas producciones de frutos, bajo estas condiciones se pueden generar más brocas por unidad de superficie (Bustillo *et al.*, 1998)

Comportamiento reproductivo de la broca

La reproducción de *H. hampei* presenta una alta endogamia, en la que la broca colonizadora da lugar a una progenie de muchas hembras y pocos machos. Los machos no vuelan y permanecen en el fruto, mientras que las hembras copulan con sus hermanos antes de salir de los frutos para colonizar nuevos frutos de café. Este aspecto es acentuado por el mecanismo de la haplodiploidía funcional, en el cual tanto las hembras como los machos son diploides, pero estos últimos fallan en expresar y transmitir los cromosomas paternos (Brun *et al.*, 1995).

Recientemente, se ha propuesto un mecanismo para explicar el comportamiento reproductivo de la broca, que tiene que ver con la determinación sexual, en el que predominan las hembras sobre los machos.

¹ BENAVIDES, P.; MEJÍA, C. G. 2006. Informe interno de labores. Disciplina de Entomología. Cenicafé, Chinchiná, Colombia.

Ninguno de los siete cromosomas presentes en su forma haploide (Brun *et al.*, 1995) han sido ligados a la determinación sexual, por lo tanto, se sugiere que probacterias del género *Wolbachia*, encontradas recientemente como un endosimbionte en la broca, son las causantes de la determinación sexual (Vega *et al.*, 2002), de la misma forma como ha sido descrita en otras especies de insectos (Benavides, 2005b).

Ciclo de vida y hábitos de la broca

El ciclo de vida de la broca ha sido estudiado por varios autores (Corbett, 1933; Bergamin, 1943; Ticheler, 1963; Baker, 1984; Muñoz, 1989; Decazy, 1990a; Baker *et al.*, 1992a), con resultados muy disímiles, debido a las condiciones de temperatura y ambiente en donde se han realizado los estudios. En Colombia se han llevado a cabo varios estudios de laboratorio y campo (Montoya y Cárdenas, 1994; Gaviria *et al.*, 1995; Ruiz, 1996; Ruiz *et al.*, 1996). El adulto hembra de la broca del café una vez emerge de la pupa está listo para aparearse, pero dependiendo del desarrollo del fruto puede iniciar la oviposición después de unos 4 a 5 días. Su período de oviposición es de unos 20 a 30 días y coloca entre dos y tres huevos/día. La incubación del huevo dura 8 días (23°C) y el estado de larva dura 15 días para los machos y 19 días para las hembras, la prepupa dura 2 días y la pupa 6,4 días (25,8°C). El ciclo total de huevo a emergencia de adulto se estima en 27,5 días a 24,5°C. Sin embargo, el tiempo generacional o sea el tiempo que tarda en iniciarse otra generación del insecto, bajo condiciones de campo, se estima para la zona cafetera colombiana en 45 días a 21°C en promedio, y de unos 60 días para una temperatura de 18°C. La relación de sexos es aproximadamente de 1:10 a favor de las hembras (Ruiz, 1996). La información sobre la duración de los estados en grados-día y a 21°C, se presenta en la Tabla 33.2.

El macho completa su ciclo de vida antes que la hembra, y copula con las hembras que van emergiendo. Se especula que las hembras no fertilizadas pueden dar origen a una pequeña proporción de huevos fértiles (<0,3%) (Montoya y Cárdenas, 1994; Muñoz, 1989; Barrera *et al.*, 1995), o sea por partenogénesis del tipo telioquia; sin embargo, esto no se ha comprobado experimentalmente (Álvarez y Cortina, 2004).

El adulto macho de la broca solamente tiene función reproductora, es incapaz de perforar un fruto, es de menor tamaño y debido a que los músculos de sus alas se encuentran atrofiados no puede volar por lo que siempre se encuentra en el interior de los frutos. Este comportamiento explica porque no es viable el uso de atrayentes sexuales para el manejo de este insecto (Bustillo *et al.*, 1998).

Una vez que la hembra colonizadora inicia su oviposición, permanece en el interior del fruto del café hasta su muerte, cuidando de su progenie. Bajo condiciones de la zona central cafetera colombiana se ha determinado que en un fruto de café, desde el momento que es susceptible al ataque de la broca hasta la época de cosecha, se pueden producir dos generaciones de la broca. Si estos frutos no se cosechan y se dejan secar en el árbol, se puede llegar a cuatro generaciones (Ruiz, 1996).

Al hacer observaciones sobre el tiempo que una hembra demora en penetrar un fruto, se encontró que éste varía de acuerdo con el estado de desarrollo del fruto así: frutos verdes requieren en promedio 5 horas 36 minutos, mientras que frutos pintones requieren 5 horas 54 minutos, frutos maduros 4 horas 50 minutos y frutos secos 11 horas 21 minutos (Miguel y Paulini, 1975). Lo anterior indica que hay una tendencia de la broca a penetrar con mayor rapidez en los frutos maduros.

Tabla 33.2. Duración de los estados biológicos de *Hypothenemus hampei* en grados-día* y en días, a una temperatura de 21°C en promedio (Ruiz 1996).

Estado	grados-día	Días
Huevo	43,8	9
Larva	82,1	19
Pupa	65,9	11
Melanización del adulto	35,4	7
Total	237,2	46

* Según temperatura base de 16,5°C para todos los estados.

En estudios realizados en Colombia en cafetales establecidos entre 1.200 y 1.350 m de altitud, se encontró la influencia directa que tiene la acumulación de la materia seca en el fruto de café sobre el tiempo que tarda el insecto desde el inicio de la perforación del fruto hasta el momento de la oviposición. Este tiempo fluctúa entre 91 días para frutos de 60 días de edad (11% de peso seco) hasta sólo cuatro días en frutos de 210 días de edad (33% de peso seco) (Tabla 33.3) (Ruiz 1996). También se debe tener en cuenta la diferencia de tiempo que existe en el desarrollo de los frutos del café en Colombia, que haría variar estos datos. Cuando se encuentra el cafetal a unos 1.200 m de altura (22°C), el desarrollo desde floración a cosecha puede tomar siete meses, pero a 1.800 m de altura (19°C) este desarrollo puede ser de nueve meses (Jaramillo y Guzmán, 1984; Vélez *et al.*, 2000).

Cuando la broca inicia ataques a frutos no muy desarrollados (<150 días) el tiempo de exposición en el canal de penetración es muy prolongado, ya que ésta espera a que la consistencia de las almendras sea la adecuada para iniciar su oviposición. Este comportamiento hace vulnerable al insecto al tratamiento con insecticidas químicos y biológicos durante este tiempo (Villalba *et al.*, 2007).

La información anterior muestra la importancia de realizar a tiempo las labores de control dirigidas a los adultos, ya que una vez la broca alcanza el endospermo sólo puede controlarse con la recolección oportuna del café o con la liberación de parasitoides que puedan entrar y atacar los estados de la broca dentro del fruto.

La fenología del cafeto en relación con la broca

Aunque el cafeto suele florecer después de las lluvias que siguen a un período de sequía (déficit hídrico), en la región cafetera central se presentan al año dos períodos definidos de floraciones, correspondientes a la cosecha principal del segundo semestre y a la “mitaca” o cosecha del primer semestre. El primer período va de mediados de marzo a finales de mayo y el segundo, desde principios de septiembre hasta finales de noviembre (Arcila *et al.*, 1993; Camayo y Arcila, 1997; Vélez *et al.*, 2000).

Estudios sobre el desarrollo del fruto del café en la zona central cafetera de Colombia (Salazar *et al.*, 1993; Jaramillo y Guzmán, 1984), han mostrado que entre la antesis y la maduración del fruto para cosechar transcurren 32 semanas y que el fruto alcanza un 20% de peso seco entre 110 y 140 días después de la floración. Se comprobó que la broca puede atacar los frutos a partir de los 60 días después de la floración, pero tan sólo en frutos mayores a 120 días, cuando éstos tienen más del 20% de peso seco, los encuentra aptos para iniciar su reproducción (Salazar *et al.*, 1993). Ruiz (1996) demostró que la oviposición ocurre en menos de 4 a 5 días en frutos mayores a 150 días, con un peso seco del 27%, mientras que ésta toma hasta 90 días cuando ataca frutos de 60 días de edad (Tabla 33.3).

El registro de las floraciones en las fincas permite hacer predicciones sobre el tiempo de ocurrencia de la cosecha, sus picos y los momentos críticos de posibles ataques de la broca (Bustillo, 2002). Esta información es muy útil para un programa de manejo de la broca y para lograr una mayor eficiencia para controlar las poblaciones de la broca que estén penetrando los frutos.

Tabla 33.3. Período de preoviposición de la broca del café en frutos de café Variedad Castillo®, de diferentes edades de desarrollo (Ruiz 1996).

Edad fruto	Consistencia del fruto	Peso seco del fruto (%)	Período preoviposición (Días)
60	acuoso	10,9	91
90	semilechoso	14,6	63-77
120	lechoso	20,0	9-14
150	consistente	26,7	4-5
210	duro	34,2	4
240	duro-maduro	33,1	4

Efecto de la humedad y la temperatura sobre la broca

La humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca. A bajas humedades ocurre alta mortalidad mientras que la máxima fecundidad se registró entre 90 y 93,5% de humedad relativa (H.R.). La emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa a humedades altas entre 90 - 100% H.R. y es muy baja a temperaturas inferiores a 20°C (90-100% H.R.) y se incrementa considerablemente entre 20-25°C (Baker *et al.*, 1992b, 1994).

Los períodos prolongados de sequía en los cafetales causan una maduración acelerada de los frutos, por lo que la almendra es más pequeña y deformada por la falta de agua, lo que da como resultado café de calidad inferior. También, se puede producir la caída de frutos y si éstos están infestados con la broca, ésta continúa reproduciéndose en su interior. La broca, como se dijo antes, no emerge de los frutos durante los períodos secos, solamente inicia su salida cuando comienzan las lluvias. Durante los períodos lluviosos, la emergencia de adultos de broca es continua pero en cantidades bajas, debido a que por efecto de las precipitaciones la broca no permanece mucho tiempo en los frutos y su reproducción es menor (Cenicafé, 1997, 1998).

Efecto de la broca sobre la producción de café

El daño que ocasiona la broca consiste en perforaciones a los frutos y caída de éstos cuando atacan cerezas jóvenes. Se encontró que cuando la broca ataca frutos de dos meses de edad, más del 50% de los frutos afectados se caen y muchos de ellos toman un color característico de madurez; pero si el ataque ocurre después de los tres meses de edad, la caída de frutos es menor al 23,5%. La pérdida de peso del café pergamino seco por causa de la broca fue de 18,1%, en promedio, y los frutos que fueron atacados tempranamente se maduraron antes de tiempo, lo cual repercutió en un manchado del pergamino de los granos sanos (Alzate²).

Componentes del manejo integrado de la broca del café

Muestreo y umbrales de daño económico

El daño causado por la broca hace que se deban tomar medidas de control eficientes, en el momento oportuno y cuando el insecto amenace con causar pérdidas económicas. Por lo tanto, un requisito importante en un programa de manejo integrado es el de poder medir una población en el campo, en un momento dado, y correlacionar esta población con el daño que se obtiene cuando el cafetero vende su cosecha.

En el caso de la broca y otros insectos es imposible hacer un censo, por lo que se debe acudir al muestreo apoyado en fundamentos estadísticos (Cochran, 1977; Elliott, 1977; Southwood, 1978; Taylor, 1984). Para el caso de *H. hampei* el diseño del muestreo se ha basado en investigaciones realizadas en Centroamérica (Decazy, 1990b, 1990c; Baker, 1989; Baker *et al.*, 1989; Muñoz, 1988) y discusiones con especialistas en la materia. En general, se ha establecido que para una hectárea de café (universo de muestreo) es suficiente muestrear 30 sitios (tamaño de la muestra) y en cada sitio se escoge un árbol y en éste se selecciona una rama en la zona productiva, que tenga entre 30 y 100 frutos (unidad de muestreo) y se contabiliza el total de frutos en la rama y el total de frutos brocados. Esta evaluación se demora en promedio 42 min. (Bustillo *et al.*, 1998). Una variante de este plan de muestreo se ha validado recientemente con caficultores, y está basada en la calibración de la población de frutos en una rama por medio de una medida. Este muestreo es más rápido y la información generada es estadísticamente igual al muestreo de las ramas (Bustillo y Mejía, 2003; Trujillo *et al.*, 2006).

Estos planes de muestreo son apropiados y aconsejables para evaluar niveles de infestación de la broca, siempre y cuando se realicen recorriendo los lotes de café en una forma representativa. Se recomienda hacer estas evaluaciones mensualmente y por lotes, para poder hacer seguimiento a las poblaciones de broca y tomar las medidas de control oportunamente en la finca (Bustillo *et al.*, 1998).

² ALZATE, V. A. 1993. Rendimiento y porcentaje de infestación del café cereza atacado por broca. Cenicafé, Informe de labores no publicado, Cenicafé, Chinchiná, 14 p.

El recorrido de los lotes, también permite al evaluador localizar sitios de concentración o “focos” de broca, en donde se deben intensificar los esfuerzos de control. Por otra parte, a medida que se evalúa el nivel de infestación se pueden tomar muestras aleatorias de 2 a 3 frutos brocados/sitio, que al abrirlos dan información sobre el grado de penetración de la broca. Esta muestra también permite evaluar cualquier medida de control al relacionar la población de broca muerta con el total de brocas encontradas en toda la muestra. El nivel de infestación de broca en un lote, su localización dentro del lote y la posición de la broca en el fruto es información básica para poder tomar decisiones de control (Bustillo *et al.*, 1998; Bustillo, 2002).

La pérdida económica al momento de la venta del grano por el caficultor, está establecida por normas de la Federación Nacional de Cafeteros, que estipula un nivel máximo de defectos en el café pergamino del 5,0%, incluyendo daño por broca. Esto indica que al establecerse un tope del 2% de daño por broca en el café pergamino, significa que los cafetales al momento de la cosecha no deben tener más del 5% de infestación. El 5% de infestación de café cereza produce 2,5% de infestación en el café pergamino, ya que en la mayoría de los casos sólo uno de los dos endospermos está atacado por la broca. Además, se estima que en el proceso de beneficio del café un 20% del café brocado se puede separar, lo que resulta en una reducción adicional del 0,5% en la infestación del pergamino, para teóricamente llegar a un 2% de infestación en el pergamino seco (Fajardo y Sanz, 1999). El umbral de infestación durante los períodos entre cosechas no debe sobrepasar el 2%, con el fin de no correr riesgos. Datos de infestación de broca en cafetales se han relacionado con la infestación al momento de beneficiar el grano de café pergamino. En la Tabla 33.4, se observa como esta relación es menor a medida que los niveles de infestación en el campo se incrementan.

Tabla 33.4. Porcentajes de infestación por broca en cafetales (IC) y en café pergamino seco (ICPS) y su relación por cada punto porcentual de infestación en CPS.

IC	ICPS	IC / ICPS
1,4	0,4	3,5 : 1,0
6,2	1,6	3,9 : 1,0
11,4	6,5	1,8 : 1,0
12,1	6,6	1,8 : 1,0
18,5	9,9	1,9 : 1,0
25	10,7	2,3 : 1,0
37,1	14	2,7 : 1,0
41,7	26,6	1,6 : 1,0
63,4	45,3	1,4 : 1,0

Con frecuencia, los cafeteros afirman que los niveles de infestación en el campo no se correlacionan con las mediciones al momento de la venta de café. Sin embargo, esto se puede explicar debido a diferentes circunstancias como: 1) las evaluaciones no se realizan en una forma representativa y con la frecuencia establecida; 2) los datos de los niveles de infestación se confunden y no se llevan por lotes; 3) al momento del beneficio se mezcla el café de diferentes lotes; 4) no se realizan oportunamente los pases de cosecha, por lo tanto muchos frutos brocados caen y posteriormente dan lugar a la emergencia de brocas y al incremento de los niveles de infestación en los frutos que maduran durante la cosecha (Bustillo *et al.*, 1998).

Uso de trampas para el monitoreo de poblaciones de broca

Complementario a los muestreos para la determinación de niveles de infestación de broca en los cafetales, se han evaluado trampas cebadas con mezclas de alcoholes para detectar los vuelos de broca. Se ha demostrado que la broca del café es atraída a trampas cebadas con una mezcla de alcoholes (metanol y etanol, en proporción de 3:1) y los datos de las capturas muestran que estas trampas localizadas en los cafetales sirven como una herramienta de alerta a los caficultores, para conocer cuándo la broca está volando en busca de nuevos frutos (Dufour, 2002; Posada *et al.*, 2003; Bustillo y Jiménez, 2003). En estudios previos se ha documentado la atracción que ejercen las mezclas de alcoholes sobre adultos de broca, los cuales en los cafetales provienen de los procesos metabólicos de la maduración de los frutos de café (Mendoza, 1991; Cárdenas, 2000).

En experimentos de libre elección, las hembras adultas de la broca prefirieron las cerezas rojas a las verdes y fueron más atraídas a volátiles emitidos por las cerezas rojas (Giordanengo *et al.*, 1993; Mendoza *et al.*, 1999). En un estudio Ortiz *et al.* (2004) encontraron que la emisión de volátiles de frutos de café era mayor en aquellos maduros que en los verdes. La composición de volátiles emitida por las cerezas del café estuvo

dominada por altos niveles de alcoholes, especialmente etanol, en todos los estados de maduración en comparación con otros compuestos. Los frutos sobremaduros tienen emisiones de volátiles más altas y muestran una composición en la que predominan los ésteres seguida de alcoholes, quetonas y aldehídos. Los compuestos de niveles más bajos fueron los monoterpenos. En varios estados de maduración del fruto del café se encontró el 2 metil-furán; este compuesto no se había registrado con anterioridad como un volátil de la cereza del café (Ortiz *et al.*, 2004). Cabe anotar que en este estudio los investigadores no utilizaron equipos o técnicas para el registro del metanol. Otros investigadores han encontrado monoterpenos diferentes, como: β -mirceno, 1-fellandreno, α -terpineno, β -ocimeno y (+)-2-careno (Mathieu *et al.*, 1998). Es posible que la capacidad de atracción de la broca a estas trampas se pueda incrementar con la adición de alguno de estos monoterpenoides.

Recientemente se ha desarrollado un difusor plástico para el atrayente de la broca, que permite la liberación de los alcoholes a una tasa específica (Borbón *et al.*, 2002). Este dispositivo utilizado con un nuevo diseño de la trampa, es muy eficiente como lo demuestran las evaluaciones hechas en Nicaragua, Costa Rica (Borbón *et al.*, 2002) y Colombia (Bustillo y Jiménez, 2003). El difusor es fabricado con una membrana plástica, a través del cual se disemina el cebo que permanece activo durante ocho semanas, es decir, que su liberación toma cerca de dos meses, tiempo al cual se debe cambiar por uno nuevo (Figura 33.2).

En Colombia, las evaluaciones muestran que estas nuevas trampas capturan más brocas que las convencionales que se venían evaluando con difusores de los alcoholes en pequeños recipientes, con capturas que se multiplican por 200 (Bustillo, 2004a). Las trampas cebadas con atrayentes para la captura de la broca son una herramienta importante para estudiar la dinámica de los vuelos de ésta en los cafetales (Figura 33.2). Por medio del registro ordenado de su captura se pueden determinar los patrones de vuelo de la broca en una finca o también en una región, si éstos se consolidan. Esta información es importante para que el cafetero pueda tomar medidas de manejo más eficientes, al poder decidir sobre el momento más oportuno de controlar la broca, cuando el insecto esté perforando los frutos de café (Bustillo, 2004a).

En las localidades en donde la cosecha principal se presenta en el segundo semestre del año, la frecuencia de los vuelos de la broca y su proporción es mayor entre enero y mayo, que en el resto del año (Bustillo, 2005). Los mayores picos se registran entre marzo y abril. Si se logra establecer una red de trampas en una región y se centraliza el análisis de la información, ésta se puede convertir en un mecanismo de alerta para el caficutor en las diferentes regiones cafeteras (Bustillo, 2005). Recientemente, Cenicafé inició la publicación de boletines de alerta sobre la broca, basados en la captura de adultos en trampas diseminadas en varios lugares del país. También se adelantan investigaciones para determinar densidades óptimas de trampas por área, con el fin de establecer su viabilidad en la reducción de los niveles de infestación (Cardona y Bustillo, 2006).

Control cultural

Al analizar el daño que la broca hace al café y su biología y comportamiento de ataque, es fácil deducir que las labores agronómicas del cultivo, especialmente la cosecha, juegan un papel importante en la reducción de las poblaciones de esta plaga. Se ha demostrado que en los cafetales después de la cosecha queda, en los árboles y en el suelo, un 10% de la producción (Chamorro *et al.*, 1995). Con la presencia de la broca esta situación es muy complicada, porque se están dejando frutos para que la broca continúe con su reproducción. Por otra parte, aunque la broca se considera una plaga de la parte aérea del árbol, estudios han demostrado su capacidad de reproducirse en frutos sanos que han caído al suelo. Esto se comprobó experimentalmente, la broca que emerge de los frutos caídos infestados es capaz de atacar frutos sanos, que también se encuentran en el suelo (Bustillo *et al.*, 1998). Los frutos infestados por la broca que caen al suelo constituyen el mayor problema para el caficutor. Avances recientes de la investigación muestran como el equipo para la cosecha manual asistida de café "Aroandes" puede ser una herramienta muy importante para reducir la caída de frutos al suelo (López *et al.*, 2006). En caso de que se presente un alto número de frutos en el suelo, se puede acudir a su recolección con la ayuda de una aspiradora Cifarelli, cuya eficacia ha sido validada en muchas fincas³ (Figura 33.3).

³ LÓPEZ, H. A.; OLIVEROS, C.; BUSTILLO, A. E.; DUQUE, H. 2005. Evaluación de la Recolección de frutos de café caídos en la cosecha con la aspiradora Cifarelli V77S en esquema de Investigación Participativa (IPA). Informe interno Cenicafé. 15 p.



Figura 33.2. Trampa “Brocatrap” cebada con el atrayente Brocalure para la captura de adultos de broca del café (Foto A. Bustillo).



Figura 33.3. Máquina aspiradora Recmax para recolectar frutos de café del suelo (Foto G. Hoyos).

Los frutos que normalmente los cosecheros no recolectan en el tercio inferior de los árboles, aunque pocos, también son un reservorio muy importante para la reproducción de la broca. Estudios en Cenicafé han mostrado que estos cafetales con mucho follaje en su tercio inferior, se pueden podar apropiadamente para evitar esta infestación⁴. La práctica de los cosecheros de arrojar al suelo los frutos verdes de su dispositivo de recolección se puede obviar con el uso del Aroandes, ya que con esta herramienta no tienen la opción de retirar de su masa de café recolectada los frutos verdes (Figura 33.4).



Figura 33.4. Dispositivo Aroandes para asistir la cosecha manual del café, el cual reduce la caída de frutos al suelo, y las poblaciones de frutos infestados por broca (Fotos G. Hoyos).

Existen muchas prácticas agronómicas que se pueden llevar a cabo durante el desarrollo del cultivo y que son muy importantes para mantener bajos niveles de población de broca, las cuales se discuten a continuación.

Los frutos sobremaduros y especialmente los secos, constituyen el reservorio de donde surgen las poblaciones que van a dañar la siguiente cosecha. En los frutos secos denominados “guayaba”, es frecuente encontrar muchos adultos de broca, que salen tan pronto las condiciones climáticas son favorables. Si estos frutos no se tratan o benefician inmediatamente, se da oportunidad a la broca para que los abandone y vuelva al cafetal. Estos resultados son el soporte de la recomendación sobre una recolección exhaustiva de los frutos sobremaduros y secos (repase) después de la cosecha, como práctica fundamental para mantener bajos niveles de daño por broca en la finca (Cenicafé, 1994b).

⁴ CASTRO, B. 1998. Poda de ramas en el tercio inferior de cafetos. Informe interno Cenicafé, Chinchiná, Colombia.

Los frutos “guayaba” recolectados se deben tratar inmediatamente con calor. Si los volúmenes de café son pequeños se pueden colocar en una olla con agua hirviendo, durante 30 minutos. Si se posee un silo para el secado del café, estos frutos se pueden secar a 55°C, durante unos 30 minutos. En caso de que no se pueda realizar lo anterior, otra alternativa es hacer una fosa en la finca y depositar los frutos en ella, cubriéndolos con una capa de tierra de unos 10 cm de espesor (Cenicafé, 1994a, 1995b).

En Colombia, se demostró que las prácticas de cosecha oportuna y recolección de los frutos maduros dejados por los cosecheros, redujeron los niveles de infestación de un 70% a menos del 6%, durante un ciclo de cosecha (Saldarriaga, 1994; Peralta, 1995). Estudios posteriores indican que es factible que los cosecheros reduzcan el número de frutos que dejan de cosechar en los árboles, después de un pase de cosecha. Como norma para el control de un buen recolector se ha establecido que sólo es permitido un máximo de cinco frutos maduros por árbol después de un pase de cosecha (Díaz y Marín, 1999). Esto se ha comprobado satisfactoriamente en estudios de investigación participativa con caficultores (Aristizábal *et al.*, 2002, 2004a).

Los puntos de agregación de la broca en cafetales mayores de tres años, se localizan hacia los bordes de los lotes y hacia las depresiones o partes bajas del cafetal, lo mismo que en los cafetos situados cerca al beneficiadero, a los puntos de pesaje de café y alrededor de las tolvas recolectoras (Cenicafé, 1994a). Por lo tanto, las labores de control se deben intensificar en la evaluación y control de las poblaciones de broca en esos sitios.

Empíricamente se manifiesta que las labores denominadas “prácticas de control cultural”, constituyen un 80% del éxito en el control global de la broca. Esto ha sido comprobado en estudios sobre el escape de la broca en la zona del beneficio, en los cuales se demuestra que entre un 64 y 75% de la población de la broca llega al beneficio durante la cosecha (Moreno *et al.*, 2001). Esta situación hace que el cafetero tome medidas en el beneficio y en sus alrededores para evitar que la broca vuelva al cafetal.

Otras prácticas agronómicas que contribuyen al control de la broca

Existen muchas labores que se hacen o se pueden realizar en las fincas cafeteras y que contribuyen a la reducción de las poblaciones de broca, a continuación se discuten las más importantes (Bustillo, 2002).

La siembra de la Variedad Castillo®, además de ser resistente a la roya (Alvarado y Moreno, 1999), presenta ventajas en relación con la broca, especialmente porque permite un mejor establecimiento del hongo *B. bassiana*, al no tener que hacer aplicaciones de fungicidas en el cafetal. Otra condición es que sus frutos permanecen más tiempo adheridos al árbol que la variedad Caturra, dando tiempo para que los pases de cosecha se puedan hacer más espaciados y con menor riesgo de que se caigan.

La disposición de los árboles en el campo es muy importante (Mestre y Salazar, 1995), ya que permite a los jornaleros desplazarse eficientemente dentro de los cafetales, para hacer labores de Re-Re, evaluación de infestaciones y aspersiones para el control de la broca. Por otra parte, las labores de poda y deschuponamiento en los cafetales, hechas oportunamente, permiten que la cosecha y el Re-Re se ejecuten de la mejor forma. Se considera que en siembras nuevas se utilicen distancias de 2 m entre calles y 1 m entre plantas, con dos tallos por planta.

La renovación de los cafetales como lo aconseja Cenicafé (Mestre y Ospina, 1994a, 1994b), permite el ordenamiento de la finca, de tal manera que no existan cafetales muy viejos que dificulten las labores de control de la broca, ya que en estos lotes es difícil realizar el Re-Re, por lo que se quedan muchos frutos maduros en los cafetales y se caen al suelo muchos frutos infestados. Bajo estas condiciones, en un programa de renovación por lotes, normalmente los lotes de 4 y 5 años son los más viejos y con problemas de broca, en el resto el insecto se controla con labores de buena recolección y prácticas agrícolas apropiadas, como se mencionó anteriormente. Esto quiere decir que el control de la broca se concentra sólo en el 40% de la finca (Bustillo, 2002).

El uso del selector de arvenses (Figura 33.5) para aplicar herbicidas en una forma selectiva y así controlar plantas indeseables (arvenses agresivas), es una herramienta de mucha utilidad para el cafetero ya que con este dispositivo se puede mantener una cobertura de arvenses nobles que no compiten con el café, lo cual

proporciona protección al suelo y evita la erosión (Rivera, 1997, 2000). Además, esta herramienta facilita la supervivencia de la fauna benéfica que ataca la broca, ya que parasitoides como *C. stephanoderis*, han mostrado que se alimentan del néctar de las arvenses nobles, favorecidas por el selector (Salazar y Baker, 2002).

En el proceso de beneficio son muchas las actividades que se pueden hacer para evitar que la broca vuelva a los cafetales. Una es mantener las tolvas de recibo cubiertas con una tapa impregnada con grasa, para que las brocas que salgan queden atrapadas (Aristizábal *et al.*, 2002). El despulpado del café sin agua (Álvarez, 1991), permite reducir los caudales de agua y evita que la broca salga flotando por los desagües hacia el cafetal. En los canales de correteo se deben colocar dispositivos que tamicen el agua que sale del beneficio, para capturar las brocas contenidas en éstos. El tener un silo para secar el café, es fundamental para matar los estados de broca que quedan en el grano pergamino durante la labor de beneficio.

El beneficio ecológico del café utilizando el sistema Becolsub (Oliveros *et al.*, 1995; Oliveros y Roa, 1995), es muy importante para evitar que la broca escape durante el proceso. Una ventaja adicional es que al usar tan poca agua no hay riesgo de que la broca se vaya en ella, además permite secar el café inmediatamente en silos, causando la muerte a los estados de la broca que se encuentren en el interior del pergamino infestado (Figura 33.6).

Enemigos nativos de la broca

Conocer la fauna benéfica que afecta una plaga es fundamental para hacer planes sobre su manejo. Un primer paso en el estudio de la broca fue determinar la fauna benéfica nativa existente en Colombia, que podía afectar sus poblaciones. Estos estudios permitieron identificar la presencia de nueve entomopatógenos, un parasitoide de adultos y ocho depredadores, lo que demuestra la biodiversidad del ecosistema cafetero colombiano y especialmente al tratarse de una plaga como la broca de reciente introducción a este hábitat (Bustillo, 1995). Esto confirma la importancia de preservar el ecosistema con medidas de control que no afecten la fauna benéfica y así el cafetero se favorece al tener que hacer menos esfuerzos físicos y económicos para el control de la plaga (Bustillo *et al.*, 1998, 2002).

Es importante anotar el papel que juegan las hormigas predadoras de la broca del café. Vélez (2002) estudió el comportamiento y efecto que tienen varias especies de hormigas sobre poblaciones de la broca, las más importantes son: *Solenopsis geminata*, *Dorymyrmex* sp., *Pheidole* sp., *Mycocepurus smithii* y *Gnamptogenys* sp. Algunas de ellas como la última especie, son capaces de trepar a los árboles y predar adultos que están intentando dañar los frutos (Figura 33.7), otras se introducen en los frutos infestados y depredan



■ ■ **Figura 33.5.** Selector de arvenses para mantener coberturas que eviten la erosión del suelo y a la vez favorecer la biodiversidad de la fauna benéfica. (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 33.6.** Sistema Becolsub para el beneficio del café, contribuye a un menor escape de la broca del café durante el proceso de beneficio del café. (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 33.7.** Hormiga del género *Gnamptogenys* predando adultos de la broca que están penetrando los frutos de café (Foto G. Hoyos).

sobre todos los estados de broca que encuentran en su interior, y existen otros grupos que sólo actúan a nivel del suelo y afectan las poblaciones de broca que se encuentran en frutos caídos. Vélez *et al.* (2006), también evaluaron el impacto de la depredación de hormigas en el café pergamino infestado por la broca durante el proceso de secado al sol. De ahí la importancia de reconocer estas especies y proteger sus nidos. Recientemente, Armbrrecht y Gallego (2007) probaron experimentalmente la alta depredación de hormigas que habitan el suelo sobre la broca del café, ésta fue mayor en cafetales con sombrío de árboles y en la época de lluvias, en el municipio de Apía (Risaralda, Colombia).

Introducción de parasitoides contra la broca del café

La otra estrategia para combatir la broca fue la introducción de fauna benéfica que no existía en el medio, pero que se conocía que actuaba en su lugar de origen, África. Por esto se introdujeron tres especies de parasitoides a través de cuarentenas en Inglaterra: *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston y *Phymastichus coffea* La Salle. La producción masiva de estas especies ha sido bien documentada (Orozco, 1995; Portilla y Bustillo, 1995; Orozco y Aristizábal, 1996; Bustillo *et al.*, 1996; Orozco, 2002). Los procesos de producción se pusieron a disposición de 11 laboratorios particulares, con los cuales se contrató durante cinco años (1995 – 1999), la producción masiva de los parasitoides para poder iniciar las liberaciones de avispidas en fincas cafeteras infestadas con la broca (Figura 33.8). De estos parasitoides se liberaron más de 1.700 millones, en cafetales de todo el país en un período de cinco años, por medio de actividades conjuntas con el Servicio de Extensión de la FNC, con el propósito inicial de establecerlos en el ecosistema cafetero y que se distribuyeran a todos los cafetales infestados con la broca (Bustillo *et al.*, 1998).

El comportamiento de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* es bastante similar. Estos parasitoides atacan todos los estados de la broca cuando colonizan los frutos infestados. Primero matan el adulto de la broca y se alimentan de su hemolinfa, luego consumen los huevos y las larvas de primer ínstar y posteriormente, paralizan las larvas de segundo ínstar, las prepupas y las pupas, sobre las cuales ovipositan y se desarrollan (Bustillo *et al.*, 1996). Debido a este comportamiento estas especies se liberan en cafetales que tengan frutos maduros, sobremaduros y secos que no fueron recolectados y se quedaron en el árbol. Por lo tanto, las épocas más oportunas para liberar las avispidas son al terminar la cosecha principal y después de la mitaca. Los parasitoides se liberan en los "focos" de la finca, donde los niveles de infestación son más altos (Aristizábal *et al.*, 1998b).

Tanto para *C. stephanoderis* como para *P. nasuta* se ha encontrado que realizan una acción depredadora sobre los adultos que se encuentran colonizando los frutos. El nivel de ataque se ha encontrado que puede variar entre un 48 hasta un 65% para *C. stephanoderis* (Aristizábal *et al.*, 1998a), y en el caso de *P. nasuta* estos niveles están entre el 60 y 70% de depredación (Bacca, 1999).

Estudios de campo han mostrado el potencial de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* como controladores, con reducción de los niveles de infestación de la broca, pero utilizando relaciones altas de parasitoides que oscilan entre 3 y 10 parasitoides por fruto infestado (Salazar y Baker, 2002; Bacca, 1999), las cuales no son viables económicamente debido a los altos costos de su producción.

La presencia de los parasitoides es evidente en todas las zonas donde se han liberado. El parasitismo ocasionado por *C. stephanoderis* depende de las densidades de *H. hampei* y aumenta cuando las poblaciones de la broca son mayores (Benavides *et al.*, 1994). En estudios de campo se ha determinado que *C. stephanoderis* disminuyó significativamente el número de estados biológicos de la broca, tanto en frutos recolectados en árboles como en frutos del suelo (Aristizábal *et al.*, 1997).

Observaciones en Nariño después de cuatro años de realizar liberaciones de *P. nasuta* y *C. stephanoderis*, comprobaron la presencia de ambas especies en los cafetales. Sin embargo, *P. nasuta* demostró mayor adaptación al medio, ya que se encontró en mayor proporción y en más lugares que *C. stephanoderis*, a pesar de haber sido liberada en menor proporción (Quintero *et al.*, 1998).

Un programa similar se adelantó con *Phymastichus coffea*, parasitoide de adultos de la broca (Figura 33.9). Para esta especie también se desarrolló un proceso de producción masiva (Orozco y Aristizábal, 1996; Orozco, 2002) y después de comprobar su selectividad a especies de la subfamilia Scolytinae (López –

Vaamonde *et al.*, 1997) se autorizó su liberación en cafetales colombianos. *P. coffea* parasita el adulto de la broca que está penetrando los frutos, y es un complemento ideal para las otras dos especies. En el campo se ha comprobado una alta capacidad de búsqueda de *P. coffea* sobre poblaciones de la broca (Vergara *et al.*, 2001a; Echeverry, 1999), aun en presencia de poblaciones de broca por debajo del 5% de infestación (Vergara *et al.*, 2001b).

Jaramillo *et al.* (2002, 2005) determinaron la capacidad de parasitismo de *P. coffea* sobre poblaciones de *H. hampei* en frutos de café de diferentes edades, y encontraron que es mayor cuando la broca aún se encuentra en posición de penetración del fruto y además, la edad de éstos está entre los 70 y 170 días



■ **Figura 33.8.** Adulto de broca con orificio en la parte distal del abdomen por donde emergió el parasitoide *Phymastichus coffea* (Foto G. Hoyos).



■ **Figura 33.9.** Laboratorio de producción masiva de los parasitoides de la broca del café, *C. stephanoderis*, *P. nasuta* y *P. coffea* (Foto A. Bustillo).

después de la floración. Por otra parte Aristizábal *et al.* (2004b), por medio de investigación participativa con caficultores, afirman que estos parasitoides pueden convertirse en reguladores importantes de las poblaciones de broca en cafetales y establecerse en el ecosistema cafetero colombiano. Sin embargo, muestreos hechos unos tres años después de estas liberaciones no han dado indicaciones de recuperación del parasitoide en estas áreas.

Estudios recientes están mostrando la recuperación solamente de la especie *P. nasuta*, en cafetales de varios departamentos, en algunos casos con altos niveles de parasitismo (Maldonado y Benavides, 2008). Aparentemente, esta especie es la más adaptada a las condiciones del Neotrópico, ya que fue introducida hace unos 80 años al Brasil, en donde sobrevivió a las aplicaciones de insecticidas y gran parte de la progenie del parasitoide liberada en el centro de la zona cafetera colombiana, proviene de una colonia introducida desde el estado de Espirito Santo, Brasil.

Uno de los cuellos de botella para masificar el uso de los parasitoides de la broca ha sido el costo de su producción. Los procesos de cría, utilizando café cereza y pergamino, han tratado de reemplazarse por dietas artificiales (Ruiz *et al.*, 1996; Portilla y Bustillo, 2005). Estudios en los últimos años han mostrado avances en la optimización de la dieta artificial con la producción de muchas generaciones continuas (> 80) en el laboratorio, en estos sustratos (Portilla, 1999a, 1999b, 2000; Portilla *et al.* 2000). Sin embargo, los intentos por lograr una mecanización de estos procesos para reducir la mano de obra han sido infructuosos, y han dado como resultado sistemas de producción que requieren una gran y sofisticada infraestructura, la cual eleva los costos de producción por encima del sistema de producción actual.

Hongos en el control de la broca del café

El hongo *Beauveria bassiana* se encuentra naturalmente infectando la broca en casi todas las regiones en donde este insecto aparece. Cenicafé posee 102 aislamientos procedentes de diferentes países y recolectados localmente, de los cuales aproximadamente la mitad han mostrado actividad contra la broca (Posada y Bustillo, 1994). Con el fin de masificar el uso de este hongo, la investigación inicial se centró en los procesos de producción artesanal (Antía *et al.*, 1992; Marín y Bustillo, 2002) e industrial (Morales *et al.*, 1991). Esto permitió adelantar evaluaciones sobre su eficacia en los cafetales y tener el inóculo del hongo disponible para que el agricultor pudiera producirlo en su finca. Además, financiado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, se pudo llevar a cabo un programa nacional de introducción del hongo en toda la zona cafetera infestada por la broca. La tecnología generada en la industria se ha transferido a productores particulares, para que se encarguen de la producción del hongo.

En la actualidad existen más de 30 laboratorios comerciales, muchos con licencia del ICA, que suministran el hongo formulado para el control de la broca. Durante 1992 se utilizaron cinco toneladas de hongo a una concentración de 1×10^8 esporas/gramo, con fines experimentales. La producción de *B. bassiana* para el control de la broca del café fue de 60 toneladas en 1993 (Posada, 1993) y para 1998 se estimó en 300 toneladas de un producto con al menos 1×10^9 esporas/gramo. Con estas cantidades se logró inocular toda la zona cafetera, en donde la broca hacía su aparición.

El desarrollo de bioensayos (González *et al.*, 1993; Posada *et al.*, 2002) para seleccionar los aislamientos más virulentos, las instrucciones para realizar su reactivación en insectos (Bustillo y Marín, 2002) y los protocolos para el control de calidad de los hongos producidos, artesanal e industrialmente (Vélez *et al.*, 1997), han permitido controlar y mejorar el producto que comercialmente se ofrece a los cafeteros (Figura 33.10).

Una broca muerta infestada por *B. bassiana* (Figura 33.11) y completamente cubierta con cuerpos fructíferos del hongo puede producir unas 10 millones de esporas, lo que facilita su dispersión y establecimiento en los cafetales (Narváez *et al.*, 1997). Esta condición es la que se observa en el campo como una mota o moho blanco sobre el cuerpo de la broca. *B. bassiana* ataca la broca cuando ésta se encuentra penetrando los frutos de café, al entrar en contacto con sus esporas. Si el insecto ya entró al fruto es difícil que el hongo lo pueda infectar (Bustillo y Posada, 1996).

El ciclo de vida de *B. bassiana* en la broca, en el laboratorio se completa en 8,2 días, en promedio, desde la inoculación del insecto con el hongo hasta el desprendimiento de las esporas. En el campo, dependiendo de las condiciones ambientales, esto puede tomar entre 15 y 30 días. Se ha demostrado también la importancia de pasar el hongo *B. bassiana* a través de insectos para reactivar su virulencia. Cuando se cultiva el hongo



Figura 33.10. Formulaciones comerciales del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café (Fotos P. Marín).



Figura 33.11. Hongo *Beauveria bassiana* principal factor de mortalidad de la broca del café. Una broca completamente esporulada puede producir 10 millones de conidias (Foto G. Hoyos).

en medios artificiales por tres o más generaciones su virulencia se reduce considerablemente, y el promedio del tiempo para causar mortalidad en la mitad de la población se incrementa, en comparación con el hongo activado sobre la broca (González *et al.*, 1993).

En otros estudios se ha explorado el efecto de la radiación solar sobre *B. bassiana* (Vélez y Montoya, 1993), y se encontró que las esporas son muy sensibles a la luz solar, por lo que las formulaciones deben contener protectores solares para una mayor permanencia en el ecosistema. En relación con la compatibilidad con fungicidas e insecticidas (Rivera *et al.*, 1994), en general los resultados muestran que no se deben hacer mezclas. Con la mayoría de los insecticidas evaluados se reduce la viabilidad del hongo y los fungicidas comúnmente utilizados para el control de la roya matan el hongo *B. bassiana*, por lo tanto, no se recomienda este tipo de mezclas.

La eficiencia de *B. bassiana* en el campo se ha experimentado ampliamente (Bustillo *et al.*, 1991, 1995; Bustillo y Posada, 1996; Flórez *et al.*, 1997). Los resultados son muy variables y están influenciados por las condiciones climáticas y del cultivo, los niveles de control pueden fluctuar entre valores muy bajos, por ejemplo 20%, hasta niveles del 75%. Las investigaciones sobre equipos para asperjar el hongo *B. bassiana* demostraron que éste se puede aplicar eficientemente con todos los equipos disponibles para el cultivo del café (Flórez *et al.*, 1997).

El efecto patogénico de *B. bassiana* cepa Bb9295, se estudió bajo diferentes aspectos en condiciones de cafetales (Arcila *et al.*, 2006). Al evaluar el efecto de diferentes niveles de infestación de la broca se encontró que ésta es independiente del porcentaje de infestación de broca. En relación con la sombra, se encontró que la eficacia del hongo se incrementaba con la sombra; no obstante, esta respuesta no fue más evidente debido al auto-sombrío que normalmente tiene el café en altas densidades.

La eficacia de *B. bassiana* en el control de la broca al relacionarla con la posición de la rama en el árbol en donde el insecto ataca los frutos, fue variable. Se encontró que hubo una mortalidad mayor en las ramas bajas, debido probablemente a una mayor condición de humedad y de menor radiación solar. Mediciones previas de la radiación fotosintéticamente activa (RFA), mostraron que los dos tercios superiores del árbol reciben significativamente más RFA que el inferior (Arcila *et al.*, 2006).

Así mismo, se evaluó la permanencia o residualidad de *B. bassiana* Bb9205 en una preparación sin formular en el cafetal, infestando con broca las ramas del árbol el mismo día y 2, 4, 8 y 15 días después de la aspersión de *B. bassiana*. El control obtenido con el hongo fue de 74, 24, 21, 20 y 19% para cada caso, respectivamente, mostrando una disminución en su eficacia a medida que transcurre el tiempo de su aspersión. La evaluación de cuatro dosis de Bb9205, entre 1×10^8 y 5×10^9 esporas/árbol, permitió encontrar que a medida que se incrementa la dosis la mortalidad sobre la broca es mayor (Arcila *et al.*, 2006). Se espera que el efecto de ese hongo sea mayor a medida que se desarrollen formulaciones que confieran una mayor longevidad en el ambiente a este entomopatógeno (Bustillo 2004b).

Efecto de hongos sobre la broca en frutos en el suelo

Se evaluó el efecto de aspersiones de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* al suelo sobre la broca que emerge de frutos caídos, a medida que transcurre el tiempo después de depositar el hongo. Los resultados mostraron que los niveles más altos de infección por los hongos sobre la broca en las ramas de los árboles, ocurrieron en los cinco primeros días después de la infestación en el suelo. Estos fueron cercanos al 30% para *B. bassiana* y del 11% para *M. anisopliae*, sin embargo la infección disminuyó posteriormente para ambos hongos, pero a los 25 días de nuevo alcanzó un pico de 24,3% para *B. bassiana* y de 7,7% para *M. anisopliae*. Lo anterior se puede explicar por la reproducción de los hongos en el suelo y la acumulación de esporas infectivas sobre insectos atacados, las cuales reinfectan nuevos insectos para asegurar la perpetuación del microorganismo (Bustillo *et al.*, 1999). Los anteriores resultados muestran las bondades de *B. bassiana* en la regulación de la población de la broca que emerge del suelo y permite concluir que su efecto es superior al de *M. anisopliae*. La eficacia lograda en este estudio se podría mejorar con otro tipo de formulaciones del hongo, por ejemplo: una formulación granulada que permitiera una mayor permanencia en el suelo, para evitar la lixiviación o arrastre causada por las lluvias.

Por medio de un laboratorio en Cenicafé, laboratorios particulares y Cooperativas cafeteras se pudo producir suficiente inóculo de *B. bassiana* para poder expandir su uso en toda la zona cafetera infestada por la broca. Este programa fue patrocinado por la Federación Nacional de Cafeteros, libre de costo para el caficultor, y los resultados muestran que *B. bassiana* está establecido en todas las áreas en donde se ha asperjado, y se ha convertido en el factor de mortalidad natural más importante de la broca en Colombia. Se estima que en promedio el 49% de la población total de la broca en un cafetal, muere a causa de este hongo (Ruiz, 1996).

Actualmente, se considera que dadas las exigencias de los mercados internacionales sobre restricciones en residuos de químicos en los productos de exportación y con el auge de los cafés especiales, amigables con las aves y con el ambiente, y orgánicos, entre otros, se considera que organismos como *B. bassiana* son una alternativa muy valiosa en la reducción de los problemas de plagas.

Las investigaciones actuales están dirigidas a mejorar la eficacia de estos hongos en el control de la broca. Para esto se han realizado estudios de selección y caracterización de aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* teniendo en cuenta su morfología (Padilla *et al.*, 2000), su patogenicidad (Jiménez, 1992; Bernal *et al.*, 1994), sus características fisiológicas y de reproducción (Valdés *et al.*, 1999; Vélez *et al.*, 1999, 2001), por medio de técnicas moleculares (Valderrama *et al.*, 2000; Gaitán *et al.*, 2002). Recientemente se está intentando la transformación genética de estos hongos con genes que incrementen su virulencia y puedan ser más eficaces en el control de la broca del café en el campo (Góngora *et al.*, 2000; Góngora, 2005; Rodríguez y Góngora, 2005), pero aún no existen regulaciones en Colombia para la manipulación de microorganismos transgénicos, lo que detiene este tipo de avances. Por otra parte hay evidencias de que con el uso de mezclas de hongos se pueden lograr controles más eficientes de la broca en los cafetales (Cárdenas *et al.*, 2007).

Compatibilidad de los parasitoides con otros métodos de control

Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* cuando se expusieron en el campo, sobre adultos de *C. stephanoderis* y *P. nasuta*, causaron mortalidades muy bajas. Los entomopatógenos y los parasitoides se pueden emplear en un programa de manejo integrado de la broca del café, donde el intervalo de tiempo entre la aplicación de los hongos y la liberación de los parasitoides sea de ocho días, para disminuir los riesgos de infección en el parasitoide (menores al 7%). El riesgo de la infección en los parasitoides se reduce si éstos se liberan antes de asperjar los hongos (Reyes *et al.*, 1995; Mejía *et al.*, 2000).

En relación con los insecticidas usados para el control de la broca, se demostró que todos los productos causan mortalidades a los parasitoides introducidos en los cafetales. Sólo se recomienda la aspersión cuando han transcurrido como mínimo 30 días después de la liberación de los parasitoides. Si los insecticidas se asperjan primero, se deben esperar 21 días para liberar los parasitoides (Guzmán, 1996; Bustillo *et al.*, 1998).

Los entomonematodos y la broca del café

Debido a la condición de la broca de estar presente en los frutos que se encuentran en el suelo y a que ésta es la mayor dificultad para el cafetero en el manejo de este insecto, se ha considerado que los entomonematodos, debido a sus hábitos, podrían jugar un papel importante en la reducción de poblaciones de *H. hampei*.

En Colombia, no se ha registrado ningún nematodo atacando la broca en forma natural (Bustillo *et al.*, 2002). Sin embargo, la literatura indica de dos registros de nematodos atacando poblaciones de broca en el campo, uno de India y el otro de México. En India, Varaprasad *et al.* (1994) encontraron especímenes de *Panagrolaimus* sp. (Panagrolaimidae) infectando adultos de *H. hampei*, mientras que en México, Castillo *et al.* (2002) encontraron un nematodo parasitando adultos de broca que estaban en frutos provenientes del suelo en cafetales. Este entomonematodo ha sido descrito como nueva especie, *Metaparasitylenchus hypothenemi* Poinar (Nematoda: Allantonematidae), y se indica que esteriliza parcial o totalmente la hembra de *H. hampei* (Poinar *et al.*, 2004).

Las investigaciones con los nematodos *Steinernema colombiense* López y *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, encontrados en los ecosistemas cafeteros en Colombia (López *et al.*, 2008; López y Stock, 2007), se han enfocado a determinar la patogenicidad de éstos sobre la broca del café, su comportamiento y estrategias de búsqueda del huésped (Molina y López, 2002, 2003), ciclo de vida (López, 2002), evaluación

de sistemas de aplicación (Lara y López, 2005) y evaluaciones en invernadero y en el campo, en pequeña escala (Giraldo, 2003; Lara *et al.*, 2004). También se han estudiado las relaciones evolutivas y de diversidad de especies de nematodos en Colombia (López *et al.*, 2007a). Algunas de estas especies, como las mencionadas arriba, han mostrado ser capaces de llegar a los frutos infestados por la broca en el suelo y reducir sus poblaciones (Lara *et al.*, 2004).

No obstante los avances en producción masiva de entomonematodos en el entorno mundial durante los últimos 15 años, en Colombia no hay desarrollos. Esto se convierte en “un cuello de botella”, ante una eventual demanda de productos con base en estos controladores biológicos.

Uso de insecticidas

El uso de insecticidas para el control de la broca sólo se debe llevar a cabo cuando técnicamente se requiera, o sea que se justifique por los niveles de infestación, en forma localizada, en el tiempo apropiado de ataque de la broca y con la tecnología de aspersión recomendada (Villalba *et al.*, 1995; Bustillo *et al.*, 1998; Posada *et al.*, 2004).

Los resultados de estudios llevados a cabo en Colombia (Villalba *et al.*, 1995), mostraron que la eficacia de los insecticidas se redujo a medida que aumentó el tiempo después de la infestación de la broca. También se encontró que existen otras formulaciones diferentes al endosulfán, de igual o mayor eficacia en el control de *H. hampei*, como pirimifos metil, fenitrotion, clorpirifos, fention, de categoría toxicológica III y con una actividad biológica que no supera los 15 días, lo cual hace recomendable su uso en programas de manejo integrado, donde los insecticidas son uno de los componentes del control de la broca. De este estudio se puede concluir que los insecticidas, independiente de la formulación, sólo son eficaces en el control de la broca, cuando ésta se encuentra penetrando los frutos y su uso obedece a un esquema de MIP, donde priman los criterios técnicos para evitar efectos adversos al ecosistema cafetero.

El control de la broca del café en los cafetales con el uso de insecticidas es muy errático. Para explicar estas fallas se han estudiado diferentes factores que lo afectan, como son: el ingrediente activo utilizado, la correcta dosificación, la calibración tanto de los operarios como de los equipos, la topografía del terreno, las condiciones ambientales reinantes al hacer las aspersiones y el momento oportuno de las aspersiones, relacionado con el ataque de la broca. Sin embargo, es muy poco lo que se conoce sobre el efecto de la edad de los frutos del café que son atacados por la broca y la eficacia de los insecticidas. Al estudiar esta situación se encontró, que la eficacia de todos los productos evaluados disminuyó a medida que se incrementó la edad del fruto (Tabla 33.5). Lo anterior se explica por el comportamiento de la broca, que prefiere, ataca y se desarrolla más rápidamente en frutos de mayor edad (Villalba *et al.*, 2007).

La eficacia de insecticidas químicos y la reducción de sus dosis para el control de la broca se pueden lograr mediante la mezcla con coadyuvantes. En evaluaciones realizadas en la zona cafetera central se demostró que la eficacia de algunos insecticidas se puede incrementar usando coadyuvantes, en proporción de 0,75 L/ha, y reduciendo sus dosis de 1,5 a 1,0 L/ha⁵).

Tabla 33.5. Eficacia de insecticidas para el control de *Hypothenemus hampei* en frutos infestados de diferentes edades (Villalba *et al.*, 2007).

Insecticidas	Edad del fruto en días					
	60	90	120	150	180	210
fenitrotion	100 a*	100 a	99,7 a	99,7 a	93,0 a	72,3 b
fention	100 a	98,6 a	100 a	80,8 b	78,8 b	75,7 b
clorpirifos	100 a	100 a	100 a	99,7 a	91,2 a	94,0 a
pirimifos metil	100 a	100 a	99,7	90,6 a	93,4 a	95,7 a
endosulfán	100 a	100 a	100 a	98,9 a	98,8 a	91,8

* Datos con letras distintas indican diferencia estadística de acuerdo con la prueba de comparaciones Tukey al 5%.

⁵VILLALBA, D. 1997. El uso de coadyuvantes para incrementar la eficacia de insecticidas en el control de la broca. Informe de labores no publicado, Disciplina de Entomología, Cenicafe, Chinchiná, Colombia, 15 p.

El uso irracional de insecticidas puede causar muchos problemas, como es el caso del desarrollo de resistencia del insecto a estos productos. La característica de la broca de poseer una haplodiploidía funcional le confiere una mayor velocidad en la eliminación de mutaciones deletéreas, lo que permite la fijación de aquellas que favorecen su reproducción y supervivencia en pocas generaciones. Esto último explica la resistencia de la broca a los insecticidas organoclorados, encontrada inicialmente en Nueva Caledonia (Brun *et al.*, 1989). Esta resistencia luego fue comprobada mediante pruebas moleculares (Ffrench-Constant *et al.*, 1994) y se encontró que se trata del gen *Rdl*, que codifica para una subunidad del receptor del ácido γ -aminobutírico (neurotransmisor GABA), el cual es responsable de activar los canales de cloro durante la sinapsis.

Este gen de resistencia se favoreció en Nueva Caledonia, a través de procesos de selección, cuando insecticidas del grupo de los ciclodienos (DDT, lindano y endosulfán), se aplicaron de manera constante y generalizada a partir de 1966. En menos de 20 años los niveles de infestación por broca alcanzaron sus máximos históricos y se documentó la resistencia genética (Brun *et al.*, 1989). Esta resistencia se ha detectado en Colombia (Góngora *et al.*, 2001), comprobándose que en la población de broca existe la mutación que confiere resistencia al endosulfán, la cual con prácticas de control no apropiadas en los cafetales se encarga de incrementar la frecuencia del gen en la población.

Implementación e impacto del MIB en los cafetales

Los estudios de adopción del manejo integrado de la broca (MIB) en fincas cafeteras (Duque y Cháves, 2000), han constatado que las recomendaciones derivadas de las investigaciones, han sido acogidas por gran parte de los caficultores, con la reducción de las poblaciones de la broca en los cafetales y la producción de café para exportación (Benavides y Cárdenas, 1995; Benavides *et al.*, 2002). Las labores de control cultural, incluyendo el Re – Re, evitando la caída de frutos infestados en el suelo y el escape de la broca de la zona del beneficio, son un pilar fundamental para evitar altas infestaciones en las cosechas subsiguientes.

El control biológico de la broca con *B. bassiana* se constituye en un factor de mortalidad muy importante cuando ésta se encuentra en posición de penetración en el fruto (Flórez *et al.*, 1997). Este control es complementado con los parasitoides, *C. stephanoderis* y *P. nasuta*, que atacan la broca cuando su progenie se desarrolla dentro del fruto. Sin embargo, con el tercer parasitoide, *P. coffea*, se ha demostrado cierta incompatibilidad cuando se aplica el hongo y seguidamente se libera la avispa (Cantor *et al.*, 2008).

El uso de insecticidas es eficaz para el tratamiento de áreas en cafetales o “focos” donde la broca está muy concentrada, siempre y cuando este control se use siguiendo criterios técnicos, y aplicando los productos en el momento oportuno de ataque de la plaga, con equipos de aspersión calibrados, operarios capacitados y utilizando la formulación apropiada de categoría toxicológica III. El uso de formulaciones de insecticidas basadas en endosulfán, se encuentra prohibido en Colombia y en otros países, como los pertenecientes a la Unión Europea y Brasil⁶. Este enfoque de control de la broca del café, es el más ecológico para mantener la biodiversidad de la zona cafetera (Gil, 2005; Valencia *et al.*, 2005), evitar el surgimiento de otras plagas y, lo más importante, al hacer un uso racional de los insecticidas para prevenir la contaminación ambiental y los riesgos sobre las 560.000 familias cafeteras.

Estudios sobre adopción del manejo integrado de la broca indican que el 60% de los cafeteros han adoptado parcial o totalmente el MIB, cifra considerada alta, al tratarse de un concepto o filosofía de manejo de plagas bastante complejo para ser asimilado fácilmente por los agricultores (Duque y Cháves, 2000). Los resultados de las investigaciones para el control de la broca se han extendido a 800.000 hectáreas de café infestadas con broca, a través del Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros.

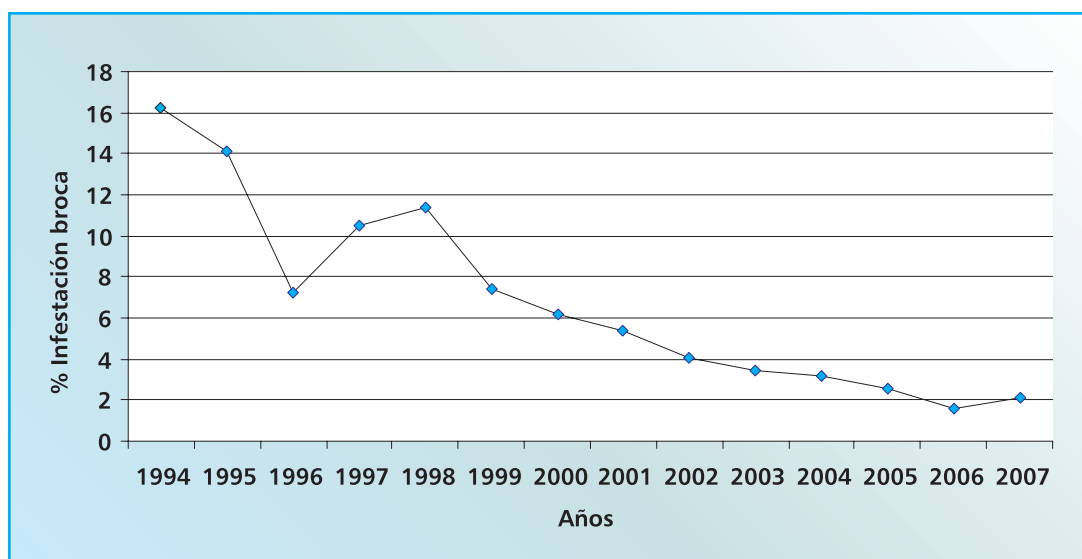
Una nueva estrategia para transferir esta información ha sido la Investigación Participativa con Agricultores (IPA), la cual ha mostrado ser una herramienta útil para llegar a comunidades de pequeños caficultores, que tienen problemas comunes y presentan niveles de adopción bajos (Aristizábal, 2005; Aristizábal *et al.*,

⁶ Consejo de Estado. República de Colombia, Diario Oficial Expediente 5483/01 de 23 de marzo de 2001.

2004a, 2004b). Esta estrategia actualmente está siendo institucionalizada por el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros.

El impacto de estos resultados de investigación lo soportan las estadísticas de Almacafé, organización del sector cafetero encargada del almacenamiento y la exportación del café en Colombia. Los niveles de café pergamino infestado por la broca del café que llegan a estos silos, se han reducido considerablemente (Figura 33.12). En 1993, en el país los promedios de los niveles de infestación por broca alcanzaban el 16% del café almacenado. En los últimos años, los niveles se han mantenido bajos, es así como para el 2004 eran menores del 3,2% (Abisambra, 2004) y en el 2007 estaban en 2,1% (FNC, 2007). Esto ha permitido que la producción de café colombiano se siga comercializando hacia el exterior sin problemas y ha favorecido enormemente la economía del sector cafetero colombiano, que teniendo en cuenta los precios actuales (marzo 2008) del café en el mercado internacional, se estima que representan ahorros cercanos a US \$ 150 millones de dólares anuales.

El impacto social ha sido visible, ya que con los programas de manejo integrado se logra una racionalización o exclusión del uso de insecticidas de síntesis, evitando la contaminación y los efectos deletéreos sobre los agroecosistemas y el hombre mismo, favoreciendo en esta forma el bienestar y la salud de los cafeteros. Además del control de la broca bajo el enfoque del MIP, se ha logrado mantener la alta calidad del café colombiano para beneficio de los consumidores mundiales, que no sólo desean una buena taza de café sino que esté libre de residuos tóxicos, provenientes de malas prácticas durante su producción y procesamiento.



■ **Figura 33.12.** Registros de porcentajes de café pergamino seco infestado por *H. hampei*, recibido en las bodegas de Almacafé entre 1994 y 2007 (Informes Almacafé - FNC).

Consideraciones finales

La broca del café es un problema muy serio para los caficultores y las investigaciones se han enfocado abarcando múltiples aspectos, con el fin de enmarcarlas dentro de un esquema de manejo integrado que reduzca las poblaciones de la broca, pero extendiéndolo hacia el enfoque de la finca cafetera, en la cual muchas prácticas del cultivo pueden incidir positiva o negativamente sobre este problema. Los avances de la investigación han permitido ofrecer al caficultor una serie de recomendaciones con las cuales pueda seguir produciendo café en presencia de la broca, pero aún hacen falta más progresos para incrementar la eficiencia de las recomendaciones.

En el campo del control biológico es necesario explorar la introducción de nuevos insectos benéficos, como *Heterospilus coffeicola*, y mejorar los sistemas de producción para hacerlos más económicos. Es importante dilucidar a través de tablas de vida, bajo diferentes condiciones ecológicas, lo que sucede con los parasitoides africanos de la broca, una vez que son liberados en los cafetales. En relación con los predadores, las hormigas juegan un papel muy importante y es necesario conocer más sobre sus hábitos alimentarios y de anidación, para que se puedan manipular y lograr que prosperen en sitios donde no estén presentes.

La producción masiva de parasitoides usando dietas artificiales para producir en ellas la broca en una forma continua, requiere del desarrollo de procesos mecanizados y demostrar que se puede producir la broca y sus parasitoides a costos más reducidos que los actuales.

La eficiencia del hongo *B. bassiana* se puede mejorar mediante la producción de cepas transgénicas más virulentas y también con el uso de combinaciones de cepas que puedan tener una mayor eficacia en el campo. Se requiere más investigación en tecnología de aspersiones, para determinar los volúmenes de aplicación por área, debido a que se supone que las cantidades utilizadas con insecticidas químicos no son apropiadas para las formulaciones basadas en hongos.

Los entomonematodos pueden llegar a ser una herramienta para el control de poblaciones de la broca que se encuentra en los frutos caídos en el suelo, sin embargo para implementarlos es necesario avanzar en investigaciones que conduzcan al desarrollo de procesos de cría masiva. Esta se puede enfocar a través de estudios con reactores o producirlos *in vivo* sobre tejidos de insectos.

Uno de los factores clave en el manejo de la broca son los frutos que caen al suelo por actividades que se realizan en los cafetales, especialmente durante la cosecha. Recientemente, Cenicafe a través de la disciplina de Ingeniería Agrícola ha desarrollado equipos para cosecha manual y aspiradoras para recoger los frutos del suelo, que pueden contribuir enormemente a subsanar el problema de los frutos infestados por broca en el suelo.

En general, los niveles de infestación de la broca en Colombia se han reducido bastante debido a la acción de la FNC a través del Servicio de Extensión, que ha logrado llevar el mensaje resultante de los esfuerzos de investigación a los caficultores, para que puedan afrontar el problema de la broca en una forma más racional sin degradar el ecosistema cafetero colombiano. Sin embargo, la investigación continúa tratando de lograr avances que hagan más fácil y rentable la vida del caficultor colombiano.

La información de Almacafé y FNC (Figura 33.12) muestra cómo ha variado la infestación de la broca a nivel nacional, en el café pergamino comercializado en Colombia, entre 1994 y 2007, la cual se ha reducido a través de los años a niveles del 2,1%. Esto ha permitido que Colombia siga produciendo café de buena calidad para exportación, en presencia de la broca.

Literatura citada

- ABISAMBRA, A. 2004. Informe Gerente General, ICA. Oficina Asesora de Comunicaciones del ICA, Comunicado, Bogotá, Colombia, febrero 23, 2004, 2 p.
- ALVARADO, G.; MORENO G. 1999. ¿Cómo se distribuye anualmente la cosecha de las variedades Caturra y Colombia?. Cenicafe, Avances técnicos No. 260, Chinchiná, Colombia, 4 p.
- ÁLVAREZ, J. 1991. Despulpado de café sin agua. Cenicafe, Avances técnicos No. 164, Chinchiná, Colombia, 6 p.
- ÁLVAREZ, J. E.; CORTINA, H. A. 2004. ¿Presenta partenogénesis *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)? Fitotecnia Colombiana (Colombia), 4 (1): 107-111. 2004.
- ANDREWS, K. L.; QUEZADA, J. R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 623 p.

- ANTIA, O. P.; POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E.; GONZÁLEZ, M. T. 1992. Producción en finca del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Cenicafé, Avances técnicos No. 182, Chinchiná, Colombia, 12 p.
- ARCILA, J.; JARAMILLO, A.; BALDIÓN, V.; BUSTILLO, A. E. 1993. La floración del cafeto y su relación con el control de la broca. Cenicafé, Avances Técnicos, No.193, Chinchiná, Colombia, 6p.
- ARCILA, A.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B. 2007. Estudio de la cepa Bb9205 de *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. Revista Cenicafé, en prensa. 20 p.
- ARISTIZÁBAL, L. F. 2005. Investigación participativa en el manejo integrado de la broca del café. In: Memorias XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué 27 – 29 de julio 2005, p. 65 – 71.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1997. Parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem sobre una población de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con niveles bajos de infestación en campo. Revista Colombiana de Entomología, 23 (3-4): 157-164.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1998a. Efecto depredador del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) en condiciones de campo. Revista Colombiana de Entomología, 24 (1-2): 35-42.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1998b. Efecto del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre las poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) durante y después de la cosecha. Revista Colombiana de Entomología, 24 (3-4): 149-155.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; SALAZAR, H. M.; MEJÍA, C. G. 2002. Cambios en la adopción de los componentes del manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) a través de metodologías participativas. Revista Colombiana de Entomología, 28 (2): 153 -160
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; JIMÉNEZ, M.; TRUJILLO, H. I. 2004a. V Encuentro de caficultores experimentadores. Manejo integrado de la broca del café a través de investigación participativa. Convenio Colciencias – FNC – Cenicafé. Fundación Manuel Mejía, Chinchiná, Colombia, septiembre 21 y 22 de 2004, 70 p.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; SALAZAR, H. M.; MEJÍA, C. G.; BUSTILLO, A. E. 2004b. Introducción y evaluación de *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) en fincas de pequeños caficultores a través de investigación participativa. Revista Colombiana de Entomología, 30 (2): 219- 224.
- ARMBRECHT, I.; GALLEG0, M. C. 2007. Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. Entomologia Experimentalis et Applicata, 124 (3): 261–267.
- BACCA, R. T. 1999. Efecto del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. (Tesis Maestría en Ciencias Agrarias), Santafé de Bogotá, 186 p.
- BAKER, P. S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in Southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana, 62: 9-24.
- BAKER, P. S. 1989. A sampling plan for a control project against the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Mexico. Tropical Pest Management, 35 (2):169-172.
- BAKER, P. S.; BARRERA, J. F.; VALENZUELA, J. E. 1989. The distribution of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Southern Mexico: a survey for a biocontrol project. Tropical Pest management, 35 (2):163-168.
- BAKER, P. S.; BARRERA, J. F.; RIVAS, A. 1992a. Life history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. Journal of Applied Ecology, 29: 656-662.
- BAKER, P. S.; LEY, C.; BALBUENA, R.; BARRERA, J. F. 1992b. Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries, Mexico, Bulletin of Entomological Research, 82: 145-150.
- BAKER, P. S.; RIVAS, A.; BALBUENA, R.; LEY, C.; BARRERA, J. F. 1994. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). Entomologia Experimentalis et Applicata, 71: 201-209.

- BARRERA, J. F.; GÓMEZ, J.; ALAUZET, C. 1995. Can the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) reproduce by parthenogenesis. *Entomol. Exp. Appl.* 77: 351-354.
- BENAVIDES, P. 2005a. Aspectos genéticos de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. In: Memorias XXXII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué (Colombia), Julio 27-29, 2005, p. 23-26.
- BENAVIDES, P. 2005b. Distribución global de la broca del café: la versión molecular. In: Memorias XXXII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué (Colombia), Julio 27-29, 2005, p. 7-11
- BENAVIDES, P.; CÁRDENAS, R. 1995. Experiencias de campo en manejo integrado de broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Memorias XXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen. Bogotá, julio 26 - 28, p. 74-78.
- BENAVIDES, P.; ARÉVALO, H. 2002. Manejo integrado: una estrategia para el control de la broca del café en Colombia. *Revista Cenicafe* (Colombia), 53 (1): 39 - 48.
- BENAVIDES, P.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 1994. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. *Revista Colombiana de Entomología*, 20 (4): 247-253.
- BENAVIDES, P.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C.; CÁRDENAS, R.; MEJÍA, C. G. 2002. Participación del control cultural, químico y biológico en el manejo de la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología*, 28 (2): 161-166.
- BENAVIDES, P.; VEGA, F. E.; ROMERO-SEVERSON, J.; BUSTILLO, A. E.; STUART, J. 2005. Biodiversity and biogeography of an important inbred pest of coffee, coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Annals Entomological Society of América*, 98 (3): 359 - 366.
- BERGAMIN, J. 1943. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). *Arquivos do Instituto Biologico, São Paulo*, 14: 31-72.
- BERNAL, M. G.; BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J. 1994. Virulencia de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*. *Revista Colombiana de Entomología*, 20 (4): 225-228.
- BORBÓN, O.; MORA, A. O.; OEHLISCHLAGER, A. C.; GONZÁLEZ, L. M. 2002. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Informe ICAFE, San José, Costa Rica, 18 p.
- BRUN, L. O.; MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V.; SUCKLING, D. M. 1989. Endosulfán resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. *Journal of Economic Entomology*, 82 (5): 1312-1316.
- BRUN, L. O.; STUART, J.; GAUDICHON, V.; ARONSTEIN, K.; FFRENCH-CONSTANT, R. H. 1995. Functional haplodiploidy: a mechanism for the spread of insecticide resistance in an important international insect pest. *Proceedings National Academy of Sciences, (USA)*, 92: 9861-9865.
- BUSTILLO, A. E. 1991. Perspectivas de manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Medellín, Colombia. *Miscelánea No. 18*, p. 106-118.
- BUSTILLO, A. E. 1995. Utilización del control biológico clásico en un programa de manejo integrado: El caso de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. In: Memorias Curso Internacional Manejo Integrado de Plagas, ICA- Universidad de Nariño, nov. 27-dic. 1, 1995, San Juan de Pasto, Colombia, p. 143-148.
- BUSTILLO, A. E. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. FNC - Cenicafe, Chinchiná, Colombia. *Boletín Técnico No. 24*, 40 p.
- BUSTILLO, A. E. 2004a. Un nuevo modelo de trampa para la captura de adultos de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Nota Científica. Entomólogo (Colombia)*, 32 (97): 2 - 4.
- BUSTILLO, A. E. 2004b. ¿Cómo participa el hongo *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de la broca del café?. *Cenicafe, Brocarta No. 37*, Chinchiná, Colombia, 4 p.

- BUSTILLO, A. E. 2005. La comunicación en insectos. ¿Reciben mensajes de las plantas?: El caso de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). En: Memorias XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué 27 – 29 de julio 2005, p. 57 – 85
- BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J. 1996. El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 42: 1-13.
- BUSTILLO, A. E.; MARÍN, P. 2002. ¿Cómo reactivar la virulencia de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café?. Hoja Técnica No. 40. Catie. Revista Manejo Integrado de Plagas, No. 63, p. i– iv.
- BUSTILLO, A.; MEJÍA, C. G. 2003. Un plan de muestreo más rápido para determinar la infestación de broca en un cafetal. Memorias Curso Tecnología y Equipos de aspersión para el control de la broca del café. Cenicafé, Chinchiná, Colombia, marzo 2003, p. 14-18.
- BUSTILLO, A. E.; JIMÉNEZ, M. 2003. Captura de adultos de la broca del café en trampas con atrayentes. Cenicafé, Brocarta No. 36. Chinchiná, Colombia, 2 p.
- BUSTILLO, A. E.; CASTILLO, H.; VILLALBA, D. A.; MORALES, E.; VÉLEZ, P. E. 1991. Evaluaciones de campo con el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. ASIC, 14e. Colloque, San Francisco, (USA), p. 679-686.
- BUSTILLO, A. E.; VILLALBA, D. A.; CHAVES, B. 1993. Consideraciones sobre el uso de insecticidas químicos en la zona cafetera en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. In: Memorias XX Congreso Socolen, Cali, p.152-158.
- BUSTILLO, A. E.; VILLALBA, D. A.; OROZCO J.; BENAVIDES, P.; REYES, I. C.; CHAVES, B. 1995. Integrated pest management to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. ASIC, 16e. Colloque, Kyoto, Japan, p. 671-680.
- BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; BENAVIDES, P.; PORTILLA, M. 1996. Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. Revista Cenicafé (Colombia), 47 (4): 215-230.
- BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS, R.; VILLALBA, D. A.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA, F. J. 1998. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, Editorial Feriva, Cali, Colombia, 134 p.
- BUSTILLO, A. E.; BERNAL, M. G.; CHAVES, B.; BENAVIDES, P. 1999. Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. Florida Entomologist, 82 (4): 491-498.
- BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS, R.; POSADA, F. J. 2002. Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. Neotropical Entomology, 31 (4): 635 – 639.
- CAMAYO, G. C.; ARCILA, J. 1997. Desarrollo floral del cafeto en condiciones de la zona cafetera colombiana (Chinchiná – Caldas). Cenicafé, Avances Técnicos, No. 245. Chinchiná, Colombia, 8 p.
- CANTOR, F.; VILELA, E.; CURE, J. R.; BUSTILLO, A. E.; ARISTIZÁBAL, L. F. 2008. Interação entre o fungo entomopatogênico, *Beauveria bassiana* e o parasitóide *Phymastichus coffea* (La Salle) (Hymenoptera, Eulophidae) usado em o controle da broca-do-café. Neotropical Entomology, en prensa.
- CÁRDENAS, R. 1983. La arañita roja del cafeto, *Oligonychus yothersi* McGregor. Cenicafé, Avances Técnicos No. 110, Chinchiná, Colombia, 2 p.
- CÁRDENAS, R. 1985. La palomilla de las ramas del cafeto *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae.). Cenicafé, Avances Técnicos, No. 125, Chinchiná, Colombia, 2 p.
- CÁRDENAS, R. 1991. La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). In: SEMINARIO sobre broca del café. Socolen, Medellín, 21 de mayo de 1990. Miscelánea No.18, p. 1 - 13.
- CÁRDENAS, R. 2000. Trampas y atrayentes para monitoreo de poblaciones de broca del café. *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Col., Scolytidae). In: SIMPOSIO Latinoamericano de Caficultura, 19. San José (Costa Rica), Octubre 2-6, 2000. Memorias. ICAFE-PROMECAFE, p. 369-379.

- CÁRDENAS, A. B.; VILLALBA, D. A.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C.; GÓNGORA, C. E. 2007. Eficacia de mezclas de cepas del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin en el control de la broca del café. Revista Cenicafé, en prensa.
- CARDONA, G. E.; BUSTILLO, A. E. 2006. Captura de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) usando trampas en tres densidades diferentes. Resúmenes XXXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Manizales 26 – 28 de julio 2006. p. 133.
- CASTAÑO, A.; BENAVIDES, P.; BAKER, P. S. 2005. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. Revista Cenicafé (Colombia), 56 (2):142-150.
- CASTILLO, A.; INFANTE, F.; BARRERA, J. F.; CARTA, L.; VEGA, F. E. 2002. First field report of a nematode (Tylenchida: Sphaerularioidea) attacking the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in the Americas. Journal of Invertebrate Pathology, 79: 199–202.
- CENICAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 1994a. ¡Cuidado con los frutos secos en su cafetal! Brocarta No. 26, Chinchiná, Colombia, 2p.
- CENICAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 1994b. Recomendaciones para manejar el grano cosechado en el Re - Re de los lotes más infestados con broca. Brocarta No. 25, Chinchiná, Colombia, 1 p.
- CENICAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 1995a. ¿Cómo renovar cafetales que presenten infestaciones de la broca del café?. Brocarta No. 21, Chinchiná, Colombia, 4 p.
- CENICAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 1995b. Cosecha de lotes calientes. Brocarta No. 28, Chinchiná, Colombia, 2 p.
- CENICAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 1997. Influencia de las lluvias sobre la dispersión de la broca. Brocarta No. 32, Chinchiná, Colombia, 2 p.
- CENICAFÉ. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 1998. La broca del café y su relación con los fenómenos climáticos. Brocarta No. 34. Chinchiná, Colombia, 4 p.
- CHAMORRO, T. G.; CÁRDENAS, R.; HERRERA, H. A. 1995. Evaluación económica y de la calidad en taza del café proveniente de diferentes sistemas de recolección manual, utilizables como control en cafetales infestados de *Hypothenemus hampei*. Revista Cenicafé (Colombia), 46 (3): 164-175.
- COCHRAN, W. G. 1977. Sampling techniques. 3rd ed., John Wiley and Sons, New York, 428 p.
- CORBETT, G. H. 1933. Some preliminary observations on the coffee berry beetle borer *Stephanoderes (Cryphalus) hampei* Ferr. Malayan Agricultural Journal (Malaya), 21 (1): 8-22.
- DHARMADASA, M. 1997. Population distribution and host preference of coffee berry borer, (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera Scolytidae). 17th International Conference on coffee science, July, 20 –27, Nairobi, Kenya. A611.
- DECAZY, B. 1990a. Descripción, biología, ecología y control de la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). In: 50 años de Cenicafé 1938-1988, Conferencias conmemorativas. Chinchiná, Colombia, p.133-139.
- DECAZY, B. 1990b. Niveles y umbrales de daños económicos de las poblaciones de la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). In: 50 años de Cenicafé, 1938-1988, Conferencias conmemorativas, p.146-149.
- DECAZY, B. 1990c. Métodos de muestreo para la determinación de poblaciones críticas de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.). En: 50 años de Cenicafé 1938-1988, Conferencias conmemorativas, Chinchiná, Colombia, p.140-145.
- DIAZ, Y.; MARÍN, H. F. 1999. Evaluación de los frutos de café dejados después de las recolecciones durante un ciclo productivo del cultivo en dos municipios del Departamento de Caldas. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, (Tesis Ingeniero Agrónomo), Manizales, Colombia, 96 p.
- DUFOUR, B. 2002. Importance du piégeage pour la lutte intégrée contre le scolyte du café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). Plantations, Recherche, Development, mai 2002, 5 p.

- DUQUE, H.; CHAVES, B. 2000. Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café. Cenicafé, Chinchiná, Colombia, 90 p.
- ECHEVERRY, O. A. 1999. Determinación del impacto de *Phymastichus coffea* La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), en la zona cafetera. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, (Tesis Ingeniero Agrónomo), Palmira, Colombia, 113 p.
- ELLIOTT, J. M. 1977. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 25, 159 p.
- FAJARDO, I. E.; SANZ, J. R. 1999. Dinámica en los procesos de beneficio tradicional y ecológico, de los granos afectados por la broca del café. Revista Cenicafé (Colombia), 50 (2): 136-144.
- FFRENCH-CONSTANT, R. H.; STEICHEN, J. C.; BRUN, L. O. 1994. A molecular diagnostic for resistance in the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin Entomological Research, 84: 11-16.
- FLÓREZ, E.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 1997. Evaluación de equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. Revista Cenicafé (Colombia), 48 (2): 92- 98.
- FNC. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2007. Informe anual de Gerencia Técnica, Sanidad Vegetal. Bogotá, Colombia, 3 p.
- GAITÁN, A.; VALDERRAMA, A.; SILDARRIAGA, G.; VÉLEZ, P.; BUSTILLO, A. E. 2002. Genetic variability of *Beauveria bassiana* associated with the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. Mycological Research, 106 (11): 1307 – 1314.
- GAVIRIA, A. H.; CÁRDENAS, R.; MONTOYA, E. C.; MADRIGAL, A. 1995. Incremento poblacional de la broca del café *Hypothenemus hampei* relacionado con el desarrollo del fruto del cafeto. Revista Colombiana de Entomología, 21 (3): 145-151.
- GIL P., Z. N. 2005. Bioindicadores en agroecosistemas cafeteros. En: Memorias XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué 27, 28 y 29 de julio 2005. Editorial Produmedios, p. 132 – 136.
- GIORDANENGO, P., BRUN, L. O., FRÉROT, B. 1993. Evidence for allelochemical attraction of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, by coffee berries. Journal Chemical Ecology, 19: 763-769.
- GIRALDO, D. P. 2003. Comportamiento de entomonematodos en el control de poblaciones de broca en árboles de café.. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas, (Tesis Ingeniero Agrónomo), Manizales, Colombia, 83 p.
- GÓNGORA, C. 2005. Avances en conocimiento y mejoramiento del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. In: Memorias XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué, 27 – 29 de julio 2005, p. 27 – 32.
- GÓNGORA, C. E.; WANG, C. E.; BARBEHENN, R. V.; BROADWAY, R. M.. 2000. Chitinolytic enzymes from *Streptomyces albidoflavus* expressed in tomato plants: effects on *Trichoplusia ni*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 99: 193 – 204.
- GÓNGORA, B.; POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E. 2001. Detección molecular de un gen de resistencia al insecticida endosulfán en una población de broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) en Colombia. In: Resúmenes Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, XXVIII, Socolen, Pereira, Colombia, agosto 8-10, 2001, p. 47-48.
- GONZÁLEZ, M. O.; DUFOUR, B. 2000. Diseño, desarrollo y evaluación del trapeo en el manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en el Salvador. In: Memorias del XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura. San José (Costa Rica): ICAFE-PROMECAFE, p. 381-396.
- GONZÁLEZ, M. T.; POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E. 1993. Desarrollo de un bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*. Revista Cenicafé (Colombia), 44 (3): 93-102.

- GREATHEAD, D. J. 1968. Observations on coffee pest in Ethiopia. In: FAO Coffee mission to Ethiopia, 1964-1968. Rome, Italy, FAO, p. 71-82.
- GUZMÁN, D. B. 1996. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, (Tesis Ingeniero Agrónomo), Manizales (Colombia), 131 p.
- ICA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Bol. Técnico No. 43, 4a ed., Bogotá, 662 p.
- JARAMILLO, A.; GUZMÁN, O. 1984. Relación entre la temperatura y el crecimiento en *Coffea arabica* L. variedad caturra. Revista Cenicafe, 35 (3): 57-65.
- JARAMILLO, J.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 2002. Parasitismo de *Phymastichus coffea* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* en frutos de café de diferentes edades. Revista Cenicafe (Colombia), 53 (4): 317-326.
- JARAMILLO, J.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C.; BORGEMEISTER, C. 2005. Biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) by *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) in Colombia. Bulletin of Entomological Research, 95: 1 – 6.
- JIMÉNEZ, J. A. 1992. Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. Revista Cenicafe (Colombia), 43 (3): 84-88.
- LARA, J. C.; LÓPEZ, J. C. 2005. Evaluación de diferentes equipos de aspersión para la aplicación de nematodos entomopatógenos. Revista Colombiana de Entomología, 31 (1): 1 - 4.
- LARA, J. C.; LÓPEZ, J. C.; BUSTILLO, A. E. 2004. Efecto de entomonematodos sobre poblaciones de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), en frutos en el suelo. Revista Colombiana de Entomología, 30 (2): 179-185.
- LE PELLEY, R. H. 1968. Pests of coffee. Longmans, Green and Co. Ltd., London, 590 p.
- LÓPEZ, H. A.; ROA, G.; PARRA – CORONADO, A. 2006. Evaluación del equipo “Aroandes”, un prototipo para la cosecha manual asistida de café. Revista Cenicafe (Colombia), 57 (3): 208 – 219.
- LÓPEZ, J. C. 2002. Nematodos parásitos de insectos y su papel en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). En: Memorias Curso Internacional Teórico – Práctico. Sección II. Parasitoides y otros enemigos de la broca. Cenicafe, Chinchiná, Colombia, marzo 18 al 22, 2002, p. 39–70.
- LÓPEZ, J. C.; STOCK, P. 2007. First isolation of *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Nematoda: Heterorhabditidae), in Colombia. Publication submitted to J. Invertebr. Pathol.
- LÓPEZ, J. C.; CANO, L.; GÓNGORA C. E.; STOCK, S. P. 2007a. Diversity and evolutionary relationships of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) from the Central Andean region of Colombia. Nematology, 9 (3): 333-341.
- LÓPEZ, J. C.; GÓNGORA, C. E.; PLICHTA, K.; STOCK, P. 2008. A new entomopathogenic nematode, *Steinernema colombiense* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae) from Colombia. Nematology, 10 (4): 561-574.
- LÓPEZ-VAAMONDE, C.; BAKER, P. S.; COCK, M. J. W.; OROZCO, J. 1997. Dossier on *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae, Tetrastichinae), a potential biological control agent for *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), in Colombia. CABI, IIBC, Ascot, UK & Cenicafe, Chinchiná, Colombia, 23 p.
- MALDONADO, C. E.; BENAVIDES, P. 2008. Establecimiento de los parasitoides betílidos *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Waterston, controladores de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) en Colombia. Revista Cenicafe (Colombia), en prensa, 14 p.
- MARÍN, P.; BUSTILLO, A. E. 2002. Producción artesanal de hongos entomopatógenos para el control de insectos plagas. En: Memorias Curso Internacional Teórico – Práctico. Sección I. Entomopatógenos de la broca del café. Cenicafe, Chinchiná, Colombia, marzo 11 al 15 del 2002, p. 125 – 131.

- MATHIEU, F.; BRUN, L. O.; MARCHILLAUD, C.; FREROT, B. 1997. Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) within a mesh enclosed environment: interaction on olfactory and visual stimuli. *Journal of Applied Entomology*, 121: 181-186.
- MATHIEU, F.; MALOSSE, C.; FREROT, B. 1998. Identification of volatile components released by fresh coffee berries at different stages of ripeness. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 46: 1106-1110.
- MEJÍA, J. W.; BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 2000. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología*, 26 (3-4): 117-123.
- MENDOZA, J. R. 1991. Reposta da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, a estímulos visuais e semiquímicos. Tese Magister Scientiae, Universidade Federal de Viçosa, Brazil, 44 p.
- MENDOZA, J. R.; GOMES DE LIMA, J. O.; VILELA, E. F.; FANTÓN, C. J. 1999. Atratividade de frutos à broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari): estímulos visuais e olfativos. *Anais. Londrina (Brasil), UFPR-IAPAR-IRD*, p. 313-331
- MESTRE, A.; OSPINA, H. F. 1994a. Estabilización de la producción en las fincas cafeteras. *Cenicafé, Avances Técnicos*, No. 200. Chinchiná, Colombia, 4 p.
- MESTRE, A.; OSPINA, H. F. 1994b. Manejo de los cafetales para estabilizar la producción en las fincas cafeteras. *Cenicafé, Avances Técnicos*, No. 201. Chinchiná, Colombia, 8 p.
- MESTRE, A.; SALAZAR, J. N. 1995. Producción de cafetales establecidos con una y dos plantas por sitio. *Cenicafé, Avances técnicos*, No. 213, Chinchiná, Colombia, 2 p.
- MIGUEL, A. E.; PAULINI, A. E. 1975. Velocidade de penetração da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no fruto do café. In: *Congresso Brasileiro de pesquisas Cafeeiras*, 3. Resumos. Curitiba, 18-21. Novembro 1975. Rio de Janeiro, IBC, p. 50 - 52
- MOLINA, J. P.; LÓPEZ, J. C. 2002. Desplazamiento y parasitismo de entomonematodos hacia frutos infestados con la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 28 (2): 145 – 151.
- MOLINA, J. P.; LÓPEZ, J. C. 2003. Supervivencia y parasitismo de nematodos entomopatógenos para el control de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas (España)*, 29: 523 – 533.
- MONTOYA, S.; CÁRDENAS, R. 1994. Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 45: 5-13.
- MORALES, E.; CRUZ, F.; OCAMPO, A.; RIVERA, G.; MORALES, B. 1991. Una aplicación de la biotecnología para el control de la broca del café. In: *Colloque Scientifique International sur le Café*, 14. San Francisco. 14-19 Juillet 1991, Paris, ASIC. p. 521-526.
- MORENO, D.; BUSTILLO, A. E.; BENAVIDES, P.; MONTOYA, E. C. 2001. Escape y mortalidad de *Hypothenemus hampei* en los procesos de recolección y beneficio del café en Colombia. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 52 (2): 111 – 116.
- MUÑOZ, R. 1988. Muestreo en fincas para determinar la población de broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.) y metodología para calcular el nivel de daño económico. *IICA, Boletín de PROMECAFE* No. 38, p.4-14.
- MUÑOZ, R. 1989. Ciclo biológico y reproducción partenogenética del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Turrialba (Costa Rica)*, 39 (3): 415-421.
- NCA. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1969. Insect- pest management and control. Principles of plant and animal pest control. Vol. 3, Publication 1695, Washington, D. C., 508 p
- NARVÁEZ, M.; GONZÁLEZ, M. T.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B.; MONTOYA, E. C. 1997. Producción de esporas de aislamientos de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en diferentes sustratos. *Revista Colombiana de Entomología*, 23 (3-4): 125-132.

- OLIVEROS, C. E.; ROA, G. 1995. El desmucilaginado mecánico del café. Cenicafé. Avances técnicos No. 216, Chinchiná, Colombia, 4 p.
- OLIVEROS, C. E.; SANZ, J. R.; RAMÍREZ, C. A.; ÁLVAREZ, J. R.; ROA, G.; ÁLVAREZ, J. 1995. Desmucilagadores mecánicos de café. Cenicafé. Avances técnicos No. 217, Chinchiná, Colombia. 4 p.
- OROZCO, J. 1995. Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca en Colombia. Memorias XXII Congreso de SOCOLEN. Bogotá, julio 26 - 28, p. 102-108.
- OROZCO, J. 2002. Guía para la producción del parasitoide *Phymastichus coffea* para el control de la broca del café. CFC -Cenicafé – Cabi Commodities, ICO, Chinchiná, Colombia, 19 p.
- OROZCO, J.; ARISTIZÁBAL, L. F. 1996. Parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. Cenicafé. Avances Técnicos No. 223. Chinchiná, Colombia, 4 p.
- ORTIZ, A.; ORTIZ, A.; VEGA, F. E.; POSADA, F. J. 2004. Volatile composition of coffee berries at different stages of ripeness, and their possible attraction to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. Coleoptera: Curculionidae). Journal Agricultural Food Chemistry, 52: 5914-5918.
- PADILLA, G. N.; BERNAL, M. G.; VÉLEZ, P. E.; MONTOYA, E. C. 2000. Caracterización patogénica y morfológica de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* obtenidos de diferentes órdenes insectiles. Revista Cenicafé (Colombia), 51 (1): 28-40.
- PERALTA, J. 1995. Diagnóstico de la labor de recolección y repase para el manejo de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) por agricultores. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, (Tesis Ingeniero Agrónomo), Palmira, Colombia, 71 p.
- POINAR, G. Jr.; VEGA, F. E.; CASTILLO, A.; CHÁVEZ, E.; INFANTE, F. 2004. *Metaparasitylenchus hypothenemi* n. sp. (Nematoda: Allantonematidae), a parasite of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Curculionidae: Scolytinae). Journal of Parasitology, 90 (5): 1106 – 1110.
- PORTILLA, M.; BUSTILLO, A. E. 1995. Nuevas investigaciones en la cría masiva de *Hypothenemus hampei* y de sus parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*. Revista Colombiana de Entomología, 21 (1): 25-33.
- PORTILLA, M. 1999a. Desarrollo y evaluación de una dieta artificial para la cría de *Hypothenemus hampei*. Revista Cenicafé (Colombia), 50 (1): 24-38.
- PORTILLA, M. 1999b. Mass rearing technique for *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) on *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) developed using Cenibroca artificial diet. Revista Colombiana de Entomología, 25 (1-2): 57-66.
- PORTILLA, M. 2000. Development and evaluation of new artificial diet for mass rearing *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Revista Colombiana de Entomología, 26 (1-2): 31-37.
- PORTILLA, M.; MUMFORD, J.; BAKER, P. 2000. Reproductive potential response to continuous rearing of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) developed using Cenibroca-artificial diet. Revista Colombiana de Entomología, 26 (3-4): 99-106.
- POSADA, F. J. 1993. Control biológico de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con hongos. In: Memorias CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), 20. Cali, julio 13-16, 1993, p. 137-151.
- POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E. 1994. El hongo *Beauveria bassiana* y su impacto en la caficultura Colombiana. Agricultura Tropical (Colombia), 31 (3): 97 - 106.
- POSADA, F. J.; OSORIO, E.; VELÁSQUEZ, E. 2002. Evaluación de la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café empleando el método de la aspersión foliar. Revista Colombiana de Entomología, 28 (2): 139-144.
- POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E.; JIMÉNEZ, M. 2003. Seguimiento y captura de brocas usando trampas en cafetales. Cenicafé, Brocarta No. 35. Chinchiná, Colombia, 2 p.

- POSADA, F. J.; VILLALBA, D. A.; BUSTILLO, A. E. 2004. Los insecticidas y el hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 55 (2): 136 - 149.
- QUINTERO, C; BUSTILLO, A. E.; BENAVIDES, P.; CHAVES, B. 1998. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 24 (3-4): 141-147.
- RABB, R. L.; GUTHRIE, F. E. 1970. Concepts of pest management. Proceedings of a conference held at North Carolina State University at Raleigh, March 25-27, 1970. 242 p.
- REYES, I. C.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B. 1995. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre el parasitoide de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*. *Revista Colombiana de Entomología*, 21 (4): 199-204.
- RIVERA, H. 1997. Establezca coberturas nobles en su cafetal utilizando el selector de arvenses. *Cenicafé, Avances técnicos* No. 235, Chinchiná, Colombia, 8 p.
- RIVERA, H. 2000. El selector de arvenses modificado. *Cenicafé, Avances técnicos* No. 271, Chinchiná, Colombia, 4 p.
- RIVERA, A.; BUSTILLO, A. E.; MARÍN, P. 1994. Compatibilidad de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuill., en mezcla con insecticidas usados en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Revista Colombiana de Entomología*, 20 (4): 209-214.
- RODRÍGUEZ, M. L.; GÓNGORA, C. E. 2005. Transformación de *Beauveria bassiana* cepa Bb9205 con los genes pr1A, pr1J y ste1 de *Metarhizium anisopliae* y evaluación de su patogenicidad sobre la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología*, 31: 51-58.
- RUIZ, R. 1996. Efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la Tabla 33. de vida de la broca del café; *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manizales (Colombia), (Tesis: Ingeniero Agrónomo). 87 p.
- RUIZ, L.; BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J.; GONZÁLEZ M. T. 1996. Ciclo de vida de *Hypothenemus hampei* en dos dietas meridicas. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 47 (2): 77-84.
- SALAZAR, M. R.; ARCILA, J.; RIAÑO, N.; BUSTILLO, A. E. 1993. Crecimiento y desarrollo del fruto del café y su relación con la broca. *Cenicafé, Avances Técnicos*, No. 194. Chinchiná, Colombia, 4 p.
- SALAZAR, H. M.; BAKER, P. S. 2002. Impacto de liberaciones de *Cephalonomia stephanoderis* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei*. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 53 (4): 306-316.
- SALDARRIAGA, G. 1994. Evaluación de prácticas culturales en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín, Colombia, 57 p.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Ecological methods, with reference to the study of insect populations. 2nd ed., John Wiley and Sons, New York, 524 p.
- SYLVAIN, P. G. 1955. Some observations on *Coffea arabica* L. in Ethiopia. *Turrialba (Costa Rica)*, 5: 37-53.
- SYLVAIN, P. G. 1958. Ethiopian coffee. Its significance to world coffee problems. *Economic Botany (USA)*, 12 (2):111-139.
- TAYLOR, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annual Review of Entomology*, 29: 321-357.
- TICHELER, J. H. G. 1963. Estudio analítico de la epidemiología del escolítido de los granos de café, *Stephanoderis hampei* Ferr., en Costa de Marfil (Traducción G. Quiceno). *Revista Cenicafé (Colombia)*, 14 (4): 223-294.
- TRUJILLO, H. I.; ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; JIMÉNEZ, M. 2006. Evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en fincas de caficultores experimentadores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32 (1): 39 - 44.

- VALDERRAMA, A. M.; CRISTANCHO, M. A.; CHAVES B. 2000. Análisis de la variabilidad genética del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con marcadores RAPD. Revista Colombiana de Entomología, 26 (1-2): 25-30.
- VALDÉS, B. E.; VÉLEZ, P. E.; MONTOYA, E. C. 1999. Caracterización enzimática y patogenicidad de aislamientos de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. Revista Cenicafe (Colombia), 50 (2): 106-118.
- VALENCIA, C. A.; GIL, Z. N.; CONSTANTINO, L. M. 2005. Mariposas diurnas de la zona central cafetera colombiana: guía de campo. Cenicafe- FNC- Colciencias, Chinchiná, Colombia, 244 p.
- VARAPRASAD, K. S.; BALASUBRAMANIAN, S.; DINAKAR, B. J.; RAO, R. C. V. R. 1994. First report of an entomogenous nematode, *Panagrolaimus* sp., from coffee-berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) from Karnataka, India. Plant Protection Bulletin Faridabad, 46 (2-3): 34.
- VEGA, F.; BENAVIDES, P.; STUART, J. J.; O'NEIL, S. 2002. *Wolbachia* infection in the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Annals Entomological Society of America, 95 (3): 374-378.
- VÉLEZ, M. 2002. Hormigas y su papel en el control biológico de la broca del café. En: Memorias Curso Internacional Teórico – Práctico. Sección II. Parasitoides y otros enemigos de la broca del café. Cenicafe, Chinchiná, marzo 18 al 22 de 2002, p. 15 – 23.
- VÉLEZ, M.; BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J. 2006. Depredación de *Hypothenemus hampei* por hormigas, durante el secado solar del café. Revista Cenicafe (Colombia), 57 (3): 198 – 207.
- VÉLEZ, P. E.; MONTOYA, E. C. 1993. Supervivencia del hongo *Beauveria bassiana* bajo radiación solar en condiciones de laboratorio y campo. Revista Cenicafe (Colombia), 44 (3): 111-122.
- VÉLEZ, P. E.; POSADA, F. J.; MARÍN, P.; GONZÁLEZ, M. T.; OSORIO, E.; BUSTILLO, A. E. 1997. Técnicas para el control de calidad de formulaciones de hongos entomopatógenos. Boletín Técnico, No 17, Cenicafe, Chinchiná, Colombia, 37 p.
- VÉLEZ, P. E.; GONZÁLEZ, M. T.; RIVERA, A.; BUSTILLO, A. E.; ESTRADA, M. N.; MONTOYA, E. C. 1999. Caracterización de aislamientos de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* de la colección de Cenicafe. Revista Colombiana de Entomología, 25 (3-4): 191-207.
- VÉLEZ, B. E.; JARAMILLO, A.; CHÁVES, B.; FRANCO, M. 2000. Distribución de la floración y la cosecha de café en tres altitudes. Cenicafe, Avances Técnicos, No. 272. Chinchiná, Colombia, 4 p.
- VÉLEZ, P. E.; ESTRADA, M. N.; GONZÁLEZ, M. T.; VALDERRAMA, A. M.; BUSTILLO, A. E. 2001. Caracterización de aislamientos de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 62: 38 -53.
- VERGARA, J. D.; OROZCO, J.; BUSTILLO, A. E.; CHÁVES, B. 2001a. Biología de *Phymastichus coffea* en condiciones de campo. Revista Cenicafe (Colombia), 52 (2): 97-103.
- VERGARA, J. D.; OROZCO, J.; BUSTILLO, A. E.; CHÁVES, B. 2001b. Dispersión de *Phymastichus coffea* en un lote de café infestado de *Hypothenemus hampei*. Revista Cenicafe (Colombia), 52 (2): 104 – 110.
- VILLALBA, D. A.; BUSTILLO, A. E.; CHÁVES, B. 1995. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. Revista Cenicafe (Colombia), 46 (3): 152-163.
- VILLALBA, D. A.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B. 2007. Eficacia de insecticidas para el control de la broca en relación con el desarrollo de los frutos de café. Revista Cenicafe (Colombia), en prensa.
- WALLER, J. M.; BIGGER, M.; HILLOCKS, R. J. 2007. Coffee pests, diseases and their management. Part 1, Coffee as a crop and commodity. CABI, Nosworthy way, Wallingford, Oxfordshire, UK, p. 1 –17.



CAPÍTULO 34

El manejo de cafetales y el control de la broca del café

Álex Enrique Bustillo Pardey

Para controlar la broca es necesario utilizar todas las herramientas que se encuentren disponibles, como son las prácticas de control cultural y de manejo agronómico del cultivo del café que reduzcan sus poblaciones, el fomento de la fauna benéfica, la introducción desde su sitio de origen de enemigos biológicos como parasitoides y entomopatógenos, que jueguen un papel importante sobre las poblaciones de broca. Entre estos organismos, los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston, *Phymastichus coffea* La Salle (Figuras 34.1 y 34.2) y el hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin (Figura 34.3), se consideran componentes importantes en un programa de control biológico de la broca del café (Bustillo, 1991, 1995; Orozco, 1995; Orozco y Aristizábal, 1996).

El anterior enfoque está enmarcado dentro del concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (NCA, 1969; Rabb y Guthrie 1970; Andrews y Quezada, 1989). El MIP proporciona una serie de principios y conceptos sobre control de plagas que se integran y, en una forma teórica, se esbozan para establecer un derrotero ecológico en la solución del problema. Por lo tanto, el MIP es flexible, dinámico, susceptible



■ ■ **Figura 34.1.** Avispitas de Costa de Marfil, *Cephalonomia stephanoderis*, entrando en un fruto de café infestado por la broca (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 34.2.** Avispita de Togo, *Phymastichus coffea*, parasitando un adulto de broca del café en el momento de penetrar los frutos (Foto L. M. Constantino).



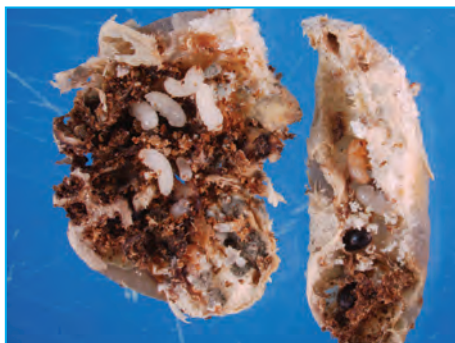
■ ■ **Figura 34.3.** Infección del hongo *Beauveria bassiana* sobre adultos de broca del café entrando en los frutos. Observe la mota blanca signo de la infección del hongo (Foto A. Bustillo).

siempre de mejorarse, aunque su comprensión y adopción por parte de los agricultores puede ser difícil. En el caso de *H. hampei*, el desarrollo del programa de manejo integrado de la broca (MIB) se ha enfocado dentro del siguiente marco teórico: “El uso de una serie de medidas de control (culturales, biológicas y químicas) y de prácticas agronómicas tendientes a reducir las poblaciones de la broca en los cafetales, a niveles que no causen daño económico y que permitan la producción de café para exportación en forma competitiva. Las medidas de control que se utilicen deben ser compatibles y no causar efectos deletéreos a los moradores de la zona cafetera, a la fauna, ni contaminar el ecosistema cafetero” (Bustillo *et al.*, 1995).

Recomendaciones para el manejo de cafetales

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es la plaga más importante del café y su control es muy complicado debido a que permanece la mayor parte de su vida en el interior de los frutos (Figura 34.4). Para lograr un control eficiente es necesario implementar, en una forma integrada, una serie de medidas que el caficultor debe seguir para poder ser exitoso en la producción de café en presencia de la broca. A continuación se presenta el listado de labores que se recomienda realizar en la finca:

1. En fincas a cargo de un administrador, se debe procurar tener una persona de confianza con capacidad para asimilar los **conceptos básicos y de manejo de la broca** y ponerlos en práctica. Además, es necesario contar con personal calificado para que ejecuten las evaluaciones de infestación de broca y personal capaz de realizar aspersiones de insecticidas adecuadamente. Por otra parte, se debe concienciar a los cosecheros sobre el daño de la broca y cómo de ellos depende en buena parte su control en los cafetales.
2. La **renovación de los cafetales** es fundamental para el control de poblaciones de la broca. Las fincas cafeteras deben estar divididas en **lotes de diferentes edades**, siguiendo un plan de renovación que permita mantener los cafetales jóvenes y productivos (Figura 34.5). Esto facilita planear las labores de control de la broca, ya que el manejo de cada lote será diferente de acuerdo con su edad y el nivel de infestación.
3. El establecer el cafetal con **Variedad Castillo®** (Figura 34.6), además de tener los beneficios de una variedad resistente a la roya, permite el uso del hongo *Beauveria bassiana* sin la interferencia de fungicidas que se utilizan para el control de esta enfermedad. Por otra parte, la Variedad Castillo® presenta otra ventaja, y es que los frutos maduros son más difíciles de desprender que los frutos de la variedad Caturra, lo que hace posible programar mejor los pases de cosecha con una reducción considerable del número de frutos en el suelo.
4. La disposición apropiada de las plantas de café en el lote, usando distancias de siembra de 2 x 1 m y dejando dos chupones por árbol, permite obtener **altas densidades** y facilita las labores de manejo de los cafetales (Figura 34.7).
5. Las desyerbas con el **selector de arvenses**, además de dejar que prosperen las arvenses nobles, conservar los suelos y reducir los costos de las desyerbas, fomentan la fauna de insectos benéficos que controlan las plagas del café, al permitir el establecimiento de plantas que no compiten con el cafeto, las cuales proveen de néctar y albergue a la fauna benéfica (Figura 34.8).
6. Las **podas oportunas** al cafetal permiten mantener el número de tallos apropiados, a las densidades originales del cultivo. Además, facilitan la cosecha del café y los repases, evitando dejar muchos frutos en el árbol para la broca, los que posteriormente pueden caer al suelo generando más poblaciones de broca.
7. Los **registros de floración** son importantes para establecer la edad de los frutos, información importante para conocer de antemano la distribución de la cosecha y los momentos críticos de ataque de la broca. Se conoce que la broca puede reproducirse rápidamente en frutos de más de 150 días de edad; sin embargo, es posible encontrar broca perforando frutos de menor edad cuando hay mucha población, aunque su período de oviposición es más demorado (Figura 34.9).



■ ■ **Figura 34.4.** Al abrir un fruto de café infestado por *Hypothenemus hampei* se encuentra un gran número de estados en su interior (Foto J. C. Ortiz).



■ ■ **Figura 34.5.** Esquema de una finca dividida en lotes para su renovación. (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.6.** La Variedad Castillo® favorece la eficacia del hongo *Beauveria bassiana* y los frutos permanecen más tiempo adheridos al árbol que en Caturra. (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.7.** Siembras organizadas a 2 m entre calle y 1 m entre surco dejando dos tallos por planta, favorecen las labores de control de la broca del café (Foto izq. G. Hoyos, der. A. Bustillo).



■ ■ **Figura 34.8.** El selector de arvenses además de proteger el suelo dejando coberturas vegetales, favorece la fauna benéfica que controla las plagas (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 34.9.** Los registros de floración permiten conocer la distribución de la producción y conocer los períodos críticos de ataque de la broca del café (Foto G. Hoyos).

8. Durante la cosecha es importante **supervisar** esta labor, procurando seleccionar los mejores cosecheros, inculcándoles la necesidad de realizar recolecciones eficientes sin dejar frutos maduros en los árboles y evitando su caída. Como norma, después de un pase de cosecha se debe entrar a evaluar la calidad de la recolección, contando el número de frutos dejados por árbol, si el promedio es mayor de cinco frutos maduros la cosecha es deficiente. También es importante monitorear el número de frutos caídos y se recomienda que este número sea menor a cinco frutos por árbol (Figura 34.10).

9. El **programa de manejo** de la broca se inicia con una recolección exhaustiva de todos los frutos secos y su posterior tratamiento en agua caliente, o si las cantidades lo ameritan se pueden secar en un silo a 50°C, durante 30 minutos, para matar los estados de la broca que se encuentran en el interior de los frutos.

10. Posteriormente, es necesario establecer un programa de **cosechas oportunas** de frutos maduros y sobremaduros, evitando que caigan o permanezcan secos en los árboles.

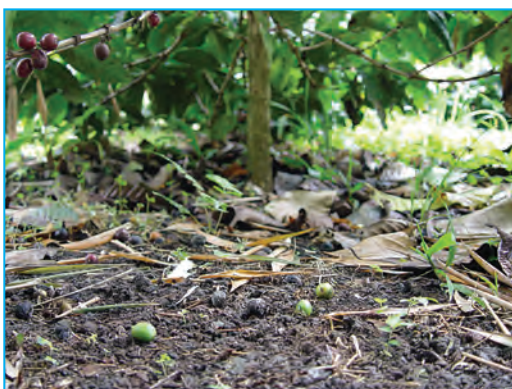
La caída al suelo de frutos infestados por la broca es el mayor problema que enfrenta el caficultor (Figura 34.11). Recientemente, en Cenicafé se ha diseñado un equipo de cosecha de café denominado “Aroandes”, que puede reducir la caída de frutos y hacer más eficiente la cosecha (López *et al.*, 2006). En caso de que se presente una situación con un alto número de frutos en el suelo, se puede acudir a su recolección con la ayuda de la aspiradora Cifarelli, cuya eficacia ha sido validada en muchas fincas¹. Es importante anotar que esto se puede obviar realizando cosechas más eficientes.

11. Una vez hechas las recolecciones de frutos maduros, se inician las **evaluaciones de infestación** mensuales, en cada uno de los lotes. Esto permite tomar decisiones de control y evaluar estas acciones en los lotes, para establecer el estado general de la finca (Figura 34.12).

12. Cuando se realice una **medida de control** contra la broca, se debe evaluar el nivel de control de ésta. La evaluación se hace recolectando 3 ó 4 frutos infestados con broca de cada rama, para tener una muestra de unos 100 frutos brocados por lote. Luego, se abren estos frutos para contar el número de brocas muertas del total examinado, y se estima el porcentaje de mortalidad. Al hacer esta evaluación también se deben hacer observaciones sobre la posición de la broca dentro del fruto.



■ ■ **Figura 34.10.** La supervisión de la cosecha para que no se queden frutos maduros en los árboles y caídos en el suelo es vital para el control de la broca del café (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.11.** La caída de frutos infestados por broca en el suelo es uno de los problemas más serios en el manejo de la broca (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.12.** Los niveles de infestación de la broca se deben evaluar al menos mensualmente y por cada uno de los lotes de la finca (Foto G. Hoyos).

¹ LÓPEZ, H. A.; OLIVEROS, C.; BUSTILLO, A. E.; DUQUE, H. 2005. Evaluación de la Recolección de frutos de café caídos en la cosecha con la aspiradora Cifarelli V77S en esquema de Investigación Participativa (IPA). Informe interno Cenicafé. 15 p.

La posición **A** se refiere a una broca iniciando la perforación del fruto; la posición **B** muestra una broca en el canal de penetración; en la posición **C** la broca está perforando la almendra; y finalmente, la posición **D** muestra una broca con su descendencia (huevos, larvas, pupas). En algunos casos esta denominación se abrevia indicando posición 1 a A y B y posición 2 a C y D.

13. El nivel de infestación es una medida indirecta de la cantidad de broca que existe en un cafetal. Los estudios han mostrado que en Colombia para producir café tipo Federación, durante la cosecha no se pueden permitir **niveles superiores al 5%**. Sin embargo, cuando no hay cosecha y los frutos están en formación, debido a la dinámica de la broca, estos niveles se deben mantener por debajo del 2%.

El método de la rama es apropiado y aconsejable para evaluar los niveles de infestación de la broca, siempre y cuando se lo realice en una forma representativa en el lote es decir, tomando 30 sitios de muestreo por hectárea y recorriendo el lote en una forma representativa. Estas evaluaciones se recomienda hacerlas mensualmente, con el fin de hacer un seguimiento a las poblaciones de broca en los diferentes lotes de la finca.

Las evaluaciones de los niveles de infestación se pueden complementar con los registros de vuelos de broca en los cafetales, usando para esto las trampas tipo Brocatrap y el atrayente Brocalure. Esta información tomada sistemáticamente permite al cafetero determinar los períodos del año en que la broca está más expuesta al control en el estado adulto (Figura 34.13).

14. Cuando los niveles de infestación lo ameriten y una proporción alta (>50%) de los frutos infestados se encuentren con la broca penetrando o en el canal de penetración (posiciones A y B), se justifica tomar **medidas de control** con insecticidas (por ejemplo fenitrothion, pirimifos-metil, fention) y/o bioinsecticidas (*Beauveria bassiana*). Generalmente, se ha observado que la aspersión del hongo en el momento oportuno, ejerce un buen control de la broca (Figura 34.14).

15. Al determinar las infestaciones, el evaluador se puede dar cuenta que el **ataque de la broca no es uniforme** en todo el lote y que existen áreas donde es más concentrado el ataque. Con la ayuda de los mapas de la finca y de señales en los árboles, estos sitios se pueden ubicar fácilmente y las aspersiones con hongo y/o insecticidas se pueden concentrar en estos "focos" o "puntos calientes."

16. Las aspersiones de hongo e insecticidas sólo son eficaces cuando la broca está penetrando el fruto. El hongo se debe asperjar durante la **época de cosecha**, cuando por el efecto de ésta muchos adultos dejan el fruto y van a infestar los frutos verdes que quedan en los árboles. Al mismo tiempo se debe asperjar el plato de los árboles para infectar las brocas que salgan de los frutos caídos. El hongo tiene la ventaja de que no restringe la entrada de los cosecheros al cafetal y se perpetúa al reproducirse sobre la broca, para infectar más brocas mucho tiempo después de su aspersión.

17. La liberación de avispidas se debe realizar hacia finales de la cosecha, cuando quedan frutos maduros "brocados" sin recolectar, en los cuales se pueden establecer. La fase inicial de este programa tiende al **establecimiento de los parasitoides** en los cafetales con broca, por lo tanto, se debe evitar el uso de insecticidas y favorecer su recuperación y distribución. Las avispidas *P. nasuta* y *P. coffea* no son compatibles con el uso de insecticidas químicos, pero sí con el hongo *Beauveria bassiana*.

18. Durante la cosecha se debe evitar que la broca que se encuentra dentro de los frutos cosechados **vuelva al cafetal**, para lo cual se recomienda:

- **Vaciar** con frecuencia los recipientes de cosecha en los costales.
- Los costales deben ser en **fibra sintética** y permanecer amarrados durante la cosecha para evitar el escape de la broca. Estos costales **no deben permanecer** todo el día dentro del cafetal, deben llevarse al beneficiadero para su despulpado al medio día y hacia el final de la labor diaria (Figura 34.15).

- Al colocar el café cereza en las tolvas para su despulpado éstas deben cubrirse con una tapa hecha de marcos de madera y plástico, al cual se le impregna grasa, para que los adultos que traten de salir se queden atrapados en la tapa (Figura 34.16).
- Si al despulpar el café se observa que de la pulpa emergen muchos adultos de broca, ésta se puede **tratar con insecticidas de baja residualidad** como malatión al 0,4% y/o aspersiones del hongo *Beauveria bassiana* (Figura 34.17).
- Los desagües de las aguas provenientes del lavado del café, deben poseer una **mallla que capture los adultos de broca** que salen de los frutos.
- Si se posee una **fosa** para depositar la pulpa, ésta se debe tapar con un plástico impregnado de pegante para evitar el escape de las brocas.
- Los cafeteros que han adoptado el sistema de beneficio ecológico **Becolsub**, tienen una gran ventaja ya que mediante este sistema el proceso de beneficio del café es más rápido, evitando así el escape a través de las aguas de lavado. Por otra parte, este sistema permite una mejor separación del café pergamino brocado, ya que el grano muy afectado se colapsa con la máquina y se separa en el sobrenadante.



■ ■ **Figura 34.13.** Las trampas para la broca cebadas con alcoholes sirven para conocer las épocas de vuelo de la broca (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 34.14.** La aplicación de insecticidas sólo se debe hacer cuando técnicamente sea necesaria y siguiendo todas las normas de protección y calibración (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.15.** Los costales de cosecha deben ser de fibra sintética sin orificios y deben mantenerse cerrados para evitar el escape de la broca. (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.16.** Las tolvas para el recibo del café cereza para su despulpado deben cubrirse con una tapa de plástico cubierta con grasa, para atrapar las brocas que tratan de escapar (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 34.17.** Tratamiento de la pulpa con el hongo *Beauveria bassiana* para controlar la broca que pueda escapar de la pulpa (Foto G. Hoyos).

Además, inmediatamente se puede secar el café pergamino en un silo, matando todos los estados de broca que se encuentren en los granos de café (Figura 34.18).

- En caso de tener un **silo para el secado** (Figura 34.19), se debe dar prioridad al café proveniente de lotes muy infestados para matar rápidamente los huevos, larvas y pupas que quedan en el interior de la almendra. En caso contrario, se deben usar secadores parabólicos o **marquesinas** cubiertas con plástico y con los extremos cubiertos con tela nailon, para evitar el escape de la broca (Figura 34.20). En estas marquesinas también se pueden secar los frutos "guayaba" infestados con broca.

19. La renovación por zoca se debe realizar inmediatamente después de la cosecha principal, cuando se ha hecho una buena recolección de frutos. En estos árboles no se deben cortar las ramas sin antes recoger los frutos infestados por la broca, ya que la población de broca ahí presente se dispersa a los cafetales vecinos. Los operarios de esta labor se pueden ayudar con el uso de guantes. Además, se deben dejar líneas de **árboles trampa**, los cuales se deben cosechar con frecuencia. A los árboles que conforman el contorno del lote renovado, también se les pueden colocar trampas con el fin de disminuir la dispersión de la broca a los lotes vecinos (Figura 34.21).

Estos árboles trampa deben permanecer en el cafetal entre 45 y 60 días, tiempo después del cual se les debe retirar la totalidad de sus frutos para tratarlos apropiadamente y proceder a zoquear los cafetos. Los árboles aledaños al cafetal renovado por zoca, deben **observarse semanalmente** para detectar las poblaciones de broca que están penetrando los frutos, provenientes de los frutos del suelo. De la magnitud de estas poblaciones dependerá la decisión de realizar aspersiones con hongo o con un insecticida. El material en el suelo se puede asperjar las veces que sea necesario con el hongo *B. bassiana* para infectar los adultos de broca que estén emergiendo.



■ ■ **Figura 34.18.** El uso del sistema Becolsub para el beneficio del café, evita en gran parte el escape de la broca de la zona de beneficio. (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.19.** Al secar el café pergamino en un silo al calor toda la broca en el interior de los granos muere. (Foto G. Hoyos).



■ ■ **Figura 34.20.** Marquesina cerrada en plástico para secar café pergamino infestado por la broca y así evitar el escape de éstos, durante este proceso (Foto A. Bustillo).



■ ■ **Figura 34.21.** Lote de café zoqueado con árboles trampa, para evitar la dispersión de la broca del café. (Foto G. Hoyos).

Resumen de las prácticas de manejo

1. Sembrar café Variedad Castillo®.
2. Renovar el cafetal, dividiendo la finca en un número de lotes de acuerdo a un ciclo de renovación, de igual tamaño en lo posible y de la misma edad.
3. Desyerbar con selector de arvenses.
4. Podar oportunamente para mantener el número de tallos y a la distancia de siembra apropiados.
5. Fertilizar de acuerdo a los resultados del análisis de suelos.
6. Evaluar mensualmente por lotes: niveles de infestación, detectar focos y vuelos de la broca.
7. Realizar controles (biológicos, químicos) en los focos que lo ameriten, y evaluar su eficacia.
8. Cosechar oportunamente para evitar la caída de los frutos.
9. Evaluar la recolección después de los pases.
10. Realizar repases al final de la cosecha.
11. Evitar el escape de la broca en el beneficio durante la cosecha. Adoptar el Beneficio Ecológico (Becolsub).
12. Zoquear de acuerdo a las recomendaciones.

Literatura citada

- ANDREWS, K. L.; QUEZADA, J. R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 623 p.
- BUSTILLO, A. E. 1991. Perspectivas de manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen), Medellín, Colombia. Miscelánea No. 18, p. 106-118.
- BUSTILLO, A. E. 1995. Utilización del control biológico clásico en un programa de manejo integrado: El caso de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. In: Memorias Curso Internacional Manejo Integrado de Plagas, ICA- Universidad de Nariño, nov. 27-dic. 1, 1995, San Juan de Pasto, Colombia, p.143-148.
- LÓPEZ, H. A.; OLIVEROS, C.; BUSTILLO, A. E.; DUQUE, H. 2007. Evaluación de la recolección de frutos de café caídos en la cosecha con la aspiradora Cifarelli V77S en esquema de Investigación Participativa (IPA). Informe interno Cenicafé, 15 p.
- LÓPEZ, H. A.; ROA, G.; PARRA, A. 2006. Evaluación del equipo "Aroandes", un prototipo para la cosechas manual asistida de café. Revista Cenicafé (Colombia), 57 (3): 208 – 219.
- NCA. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1969. Insect- pest management and control. Principles of plant and animal pest control, vol. 3. Publication 1695, Washington, D. C., 508 p.
- OROZCO, J. 1995. Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca en Colombia. Memorias XXII Congreso de SOCOLEN. Bogotá, Julio 26 - 28, p. 102-108.
- OROZCO, J.; ARISTIZÁBAL, L. F. 1996. Parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. Avances Técnicos de Cenicafé No. 223. Chinchiná, 4 p.
- RABB, R. L.; GUTHRIE, F. E. 1970. Concepts of pest management. Proceedings of a conference held at North Carolina State Univ. at Raleigh, March 25-27, 1970. 242 p.

Plagas cuarentenarias

El café se produce en más de 50 países en el mundo, bajo una gran variedad de ecosistemas agrícolas y de prácticas agronómicas. Esta gran variación hace que los problemas fitosanitarios en las diversas regiones sean también diferentes. En el caso de los insectos plagas, a pesar de que éstos estén presentes en diferentes áreas geográficas, es posible que no se manifiesten como plagas en igual proporción en esos sitios. Lo anterior trae como consecuencia que la problemática de los insectos plagas no sea la misma, y que ciertas zonas se mantengan libres de algunas especies que amenazan la continuidad de esta explotación comercial. Estos insectos son considerados de importancia cuarentenaria, o sea que se justifica que las autoridades sanitarias de un país o región tomen medidas precautelares para evitar su invasión.





CAPÍTULO 35

Insectos plagas del café de importancia cuarentenaria para Colombia

Álex Enrique Bustillo Pardey

En el presente capítulo se presenta una relación de los insectos plagas, que se considera que pueden tener un gran impacto en la caficultura colombiana, si por alguna razón logran llegar al país.

Chicharras en cafetales (Hemiptera: Cicadidae)

Las chicharras son comunes infestando cafetales en Brasil en los estados de Minas Gerais, Sao Paulo y Paraná, como mínimo se han registrado diez especies y de éstas, las más importantes son (Martinelli y Zucchi, 1997):

Quesada gigas (Olivier)
Quesada sodalis (Walker)
Fidicina mannifera (Fabricius)
Fidicina pullata Berg.
Carineta fasciculata (Germar)

Descripción e historia de vida

Quesada gigas es la especie más importante y la más grande de este grupo, también es plaga en otros cultivos. *Quesada gigas* se distribuye ampliamente en América y es la especie más estudiada; sin embargo, es en Brasil donde se considera plaga permanente de importancia económica en el cultivo del café (Martinelli y Zucchi, 1987; Garcafe, 1994).

La mayoría de las chicharras, poseen las alas membranosas, plegadas sobre el cuerpo en forma de teja. Se caracterizan por tener tres ocelos y con la inserción de las antenas entre los ojos. Los cantos de las chicharras generan un ruido mayor al producido por los grillos. Las chicharras cantan exclusivamente durante el día y al atardecer, por lo general, desde los árboles y arbustos (Figura 35.1).



Figura 35.1. Chicharra gigante, *Quesada gigas*.

En áreas agrícolas sin cultivar, en estado ninfal, se alimenta de las raíces de las plantas que encuentra, pero cuando los arbustos se cortan y se planta el café, las larvas se mueven hacia las raíces del cafeto y se alimentan de éstas causando el daño característico.

El ciclo de vida de las chicharras puede durar entre 4 y 17 años según de la especie, pero el estado adulto sólo vive de 1 a 3 meses. Los adultos son buenos voladores y descansan en la parte alta de los árboles. Las hembras una vez emergen del suelo son atraídas por los cantos de los machos y luego de copular,

depositan sus huevos en la corteza de los árboles. Las ninfas emergen y se dejan caer al suelo, donde inician su búsqueda por las raíces del cafeto para alimentarse y completar su desarrollo, en este estado el insecto atraviesa por cinco estadios (Martinelli y Zucchi, 1987).

Las ninfas de *Q. gigas*, se han observado succionando la savia de las raíces, hasta 50 cm por debajo del suelo, y formando cavidades en el suelo alrededor de las raíces infestadas. Las heridas ocasionadas por la alimentación, pueden permitir el ingreso de patógenos que producen infecciones a la planta.

Daño

Las chicharras se caracterizan por tener un aparato bucal chupador-picador, se alimentan de la savia de las raíces de las plantas. Las plantas infestadas por las ninfas de chicharras presentan síntomas de clorosis en las hojas, en los ápices de las ramas se observa pérdida de hojas, baja producción y muerte de las plantas cuando las infestaciones son severas.

Manejo de poblaciones

Debido a los hábitos crípticos de las ninfas los tratamientos con insecticidas solamente son efectivos cuando los adultos están emergiendo y no han colocado sus huevos. El monitoreo de los vuelos de los adultos podría ayudar en los programas de control. Una alternativa que se debe considerar para el control de las ninfas es el uso de entomonematodos (Martinelli y Zucchi, 1987, 1997).

Chinches antestia, *Antestiopsis* spp. (Hemiptera: Pentatomidae)

Las chinches antestia del café son una plaga muy seria en África y se encuentran más, afectando especies de *Coffea arabica* (Kiss y Meerman, 1991). Hay varias especies de *Antestiopsis* como son: *A. orbitalis bechuana* (Kirkaldy), *A. orbitalis ghesquierei* Carayon y *A. intricata* (Guesquiere & Carayon). *Antestiopsis orbitalis bechuana* es muy importante en África Oriental, mientras que *A. orbitalis ghesquierei* y *A. intricata* son plagas en África Occidental (Greathead, 1966; Le Pelley, 1973; Crowe, 2004).

Descripción e historia de vida

Las especies de estos insectos se pueden reconocer por tener patrones característicos de marcas negras, blancas o naranjas sobre sus cuerpos (Figura 35.2). El cuerpo del adulto tiene forma de escudo, la longitud de su cuerpo alcanza 6 mm y la patas y antenas son muy visibles. La historia de vida y biología de estas especies son muy similares (Hill, 1975).

Las chinches depositan los huevos en grupos de 12, en el envés de las hojas. Tienen la forma de un barril, son blancos y alcanzan 1,2 mm de altura; las ninfas emergen después de 10 a 14 días. El estado ninfal pasa por cinco estadios y dura entre 50 a 100 días; el último estadio alcanza cerca de 8 mm en longitud. Las hembras adultas pueden vivir por un año y depositar hasta 500 huevos (Crowe, 2004).



■ **Figura 35.2.** *Antestiopsis orbitalis* infestando yemas de cafetos.

Daño

Los adultos y las ninfas se alimentan succionando los botones florales y los frutos verdes, y después de la cosecha pueden alimentarse de diferentes partes del árbol. Sin embargo, el daño principal es causado por

la infestación secundaria de los frutos por el hongo *Ashbya* spp., que destruye las almendras. Después de la cosecha, esta chinche se puede alimentar de las partes terminales de las ramas del cafeto, estimulando la emisión de otros retoños, lo que induce a que la planta gaste sus recursos en la producción de follaje y no en la producción de frutos. También pueden atacar los cojines florales, los cuales se tornan negros.

Manejo de poblaciones

Existen más de 20 avispitas parasitoides de estas chinches en África Oriental y Central. Por ejemplo, *Aridelus* spp., ataca las ninfas y es importante en estas regiones. Las avispitas *Ascolus* son importantes parasitoides de huevos y la mosca parasítica *Bogosia rubens* ataca los adultos. Otros enemigos naturales relevantes de esta plaga, lo constituyen las chinches predadoras.

Las medidas de control en África, para pequeñas parcelas, consisten en podas para abrir los arbustos y recolectar manualmente los insectos. Las aspersiones con insecticidas son necesarias cuando la población excede a dos chinches por árbol (Le Pelley, 1973; Crowe, 2004).

El trips del café, *Diarthrothrips coffeae* Williams (Thysanoptera: Thripidae)

Es la especie de trips que más daño causa a los cafetales en África, se registra en Kenia, Uganda, Tanzania y Malawi (Le Pelley, 1973).

Descripción e historia de vida

Los huevos de *Diarthrothrips coffeae* son reniformes y muy pequeños. La hembra los coloca insertándolos en el envés de la hoja, debajo de la cutícula. De ellos emergen las ninfas que son de color amarillo claro y pequeñas, atraviesan por dos estadios, se alimentan en el envés de la hoja succionando la savia de la planta. Al empupar se dejan caer al suelo, y se ocultan debajo de los detritos de los árboles.

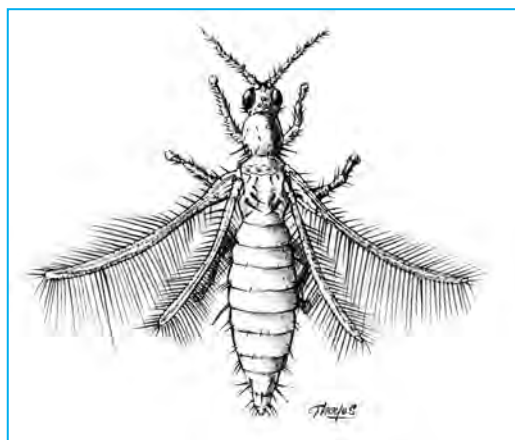
Los adultos son de color pardo grisáceo, con alas estrechas, miden 1,3 mm, emergen del suelo y vuelan a los árboles a continuar con su reproducción. Normalmente permanecen en el envés de las hojas. El ciclo de vida de huevo a adulto toma entre 14 y 21 días (Le Pelley, 1973).

Daño

Tanto los adultos como las ninfas se alimentan de las hojas jóvenes, yemas florales y frutos tiernos, causando deformidades y achaparramiento de estas estructuras, como consecuencia del daño mecánico y de las toxinas que tiene en su saliva. El daño fresco se observa como parches plateados punteados sobre las hojas y manchas negras pequeñas de excrementos. Durante los períodos secos y de altas temperaturas se desarrollan altas poblaciones, debido a que su ciclo de vida es más rápido (Crowe, 2004).

Manejo de poblaciones

En África, las poblaciones se reducen mediante coberturas que impiden el normal desarrollo de las pupas. Sus poblaciones se incrementan



■ ■ **Figura 35.3.** El trips del café, *Diarthrothrips coffeae*.

notablemente durante períodos secos. En África se considera que *Diarthrothrips coffeae* alcanza su umbral de daño cuando se registran de 1 a 3 estados del insecto por hoja. Si no se controlan, estas poblaciones causan daños severos en los cafetales (Kiss y Meerman, 1991).

La chinche del café, *Lamprocapsidea coffeae* (China) (Hemiptera: Miridae)

Sinonimia: *Lygus coffeae* China

Lamprocapsidea coffeae (China) se encuentra en cafetales de África Central sobre *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Se consideraba como una plaga seria en los cafetales, que causa el aborto de los botones florales (Kiss y Meerman, 1991), pero actualmente ha pasado a ser una plaga secundaria (Crowe, 2004).

Descripción e historia de vida

El adulto hembra de *L. coffeae* es una pequeña chinche verde o castaña, que mide unos 6 mm. Sus alas se curvan hacia abajo y cubren el abdomen a una distancia un poco mayor de la mitad de su longitud, a partir de su inserción (Figura 35.4). Coloca los huevos insertándolos dentro del botón floral, por lo cual no es posible observarlos. Las ninfas tienen forma de pera, son de color verde pálido, pasan por cinco estadios para luego convertirse en adultos, lo cual ocurre en 14 días. El adulto puede vivir como mínimo 21 días (Le Pelley, 1973).



■ ■ **Figura 35.4.** Adulto de la chinche del café, *Lamprocapsidea coffeae*.

Daño

Todos los estados de la especie se alimentan de los botones florales, los pétalos de estos botones se necrosan y caen o quedan colgando del estigma, además de causar el aborto de las flores. Cuando no hay botones florales, se alimentan de frutos tiernos y brotes del cafeto (Le Pelley, 1973). El daño se produce por la inyección de una toxina que tienen los adultos y las ninfas en la saliva (Hill, 1975).

Manejo de poblaciones

Para su control se usan insecticidas, cuando se registran cuatro individuos por árbol (Kiss y Meerman, 1991).

El medidor gigante, *Ascotis selenaria reciprocaria* (Dennis & Schiff.) (Lepidoptera: Geometridae)

Ascotis selenaria es el defoliador más importante que se encuentra afectando cafetales en Kenia (África) (Kiss y Meerman, 1991).

Descripción e historia de vida

Las larvas de este insecto se caracterizan por su gran tamaño, por ser voraces y porque se mueven como midiando cuartas (Figura 35.5). El adulto es una polilla blanco-grisácea con muchas estriaciones oscuras que

lo mimetizan con la corteza de los árboles (Figuras 35.6). Es de hábitos nocturnos, copula durante la noche y coloca los huevos en masas muy numerosas en el envés de las hojas, éstos son de forma oval, amarillos recién depositados y luego se tornan rojos y de color grisáceo a medida que avanza su desarrollo. El estado larval atraviesa por cinco o seis instares, las larvas de primeros instares son de un color verdoso, pero cuando alcanzan su máximo desarrollo cambian a una coloración marrón, que les permite mimetizarse con las ramas del cafeto (Wheatley, 1963).

Daño

Las polillas hembras son capaces de ovipositar varios centenares de huevos sobre el follaje del cafeto, de los cuales emergen las larvas, que son las causantes del daño directo al consumir el follaje de los cafetos. Cuando las poblaciones son muy altas, pueden causar la defoliación total del árbol y la pérdida de la cosecha.

Manejo de poblaciones

Este medidor tiene numerosos enemigos que mantienen sus poblaciones a niveles que no causan daño económico, pero las prácticas irracionales en el uso de insecticidas, reducen esta fauna y ocasionan el surgimiento de *A. selenaria reciprocara*, causando defoliaciones severas en los cafetales de Kenia. Entre los principales enemigos se mencionan dos parasitoides de la familia Ichneumonidae, *Afromelanichneumon sporadicus* Heinrich y *Cryptus nigropictus* Cam., que atacan el estado de pupa y en promedio causan mortalidades del 13,8% en pupas recolectadas en el campo (Abasar y Mathenge, 1972). Otros parasitoides registrados son *Apanteles* spp., en larvas de primeros instares, *Trichogramma platneri* que parasita los huevos y moscas taquínidas como *Compsilura concinnata* y *Exorista nr. sorbillans*, sobre larvas maduras de esta plaga. Cuando se requiere un control, las formulaciones de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* han mostrado ser eficaces (Swirski et al., 1995).



Figura 35.5. Larva del medidor gigante, *Ascotis selenaria*.



Figura 35.6. Adulto del medidor gigante, *Ascotis selenaria*.

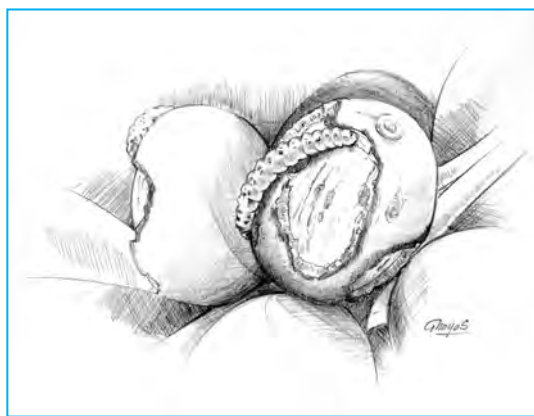
La polilla de la cereza del café, *Prophantis smaragdina* (Butler) (Lepidoptera: Pyralidae)

Sinonimia: *Thliptocera octoguttalis* (F. & R.)

Este insecto sólo se ha registrado en África Central, pero en Colombia se encuentra una especie no identificada de la misma familia, conocida comúnmente como la polilla de los racimos, la cual presenta hábitos muy parecidos a los referidos y ocasionalmente daña los glomérulos del café (Cárdenas y Posada, 2001).

Descripción e historia de vida

El adulto de este insecto es una polilla de 2,5 cm de envergadura, de color marrón dorado. Por lo general, las polillas se encuentran en las ramas bajas del árbol, y depositan sus huevos individualmente, en frutos de café verdes. Los huevos tienen forma de escama, son planos, translúcidos, muy pequeños y difíciles de ver a simple vista. Las larvas emergen del huevo después de 7 días, tienen una apariencia rojiza con manchas oscuras en su cuerpo, e inician su alimentación en las flores y frutos pequeños (Figura 35.7). Una larva de *P. smaragdina* puede realizar el daño en varios frutos del mismo glomérulo, y los desechos de su alimentación quedan atrapados en un hilo sedoso que ellas fabrican. Los frutos atacados se tornan marrones. La larva permanece 14 días alimentándose de los frutos hasta que completa su estado larval. Para empupar la larva deja el fruto en la noche, cae y cubre su cuerpo con desechos encontrados en el suelo. El estado de pupa dura entre 7 a 42 días, de acuerdo de la temperatura y la humedad del suelo (Crowe, 2004).



■ ■ **Figura 35.7.** Larva de la polilla de la cereza del café, *Prophantis smaragdina*, alimentándose de un fruto de café.

Daño

En el pasado *P. smaragdina* no se consideraba una plaga seria del café (Hill, 1975), pero recientemente se ha convertido en una plaga seria en África Oriental, causando hasta 25% de pérdidas en la cosecha, no son solo por el daño causado a los frutos del café sino debido a que el daño de las larvas facilita el ataque de la enfermedad de la cereza del café (CBD).

Manejo de poblaciones

El manejo es complicado debido a que los huevos y las larvas pequeñas son difíciles de observar en los cafetales, y a que éstas últimas penetran rápidamente en los frutos. Una vez que se produce el tejido de seda sobre el glomérulo, la aspersión con insecticidas no penetra y se hace ineficiente la aplicación.

P. smaragdina tiene varios enemigos naturales que controlan sus poblaciones. En infestaciones severas se recomienda el control cultural removiendo a mano todos los glomérulos infestados. Para favorecer el incremento de la fauna benéfica, este material recogido a mano, se debe depositar en huecos hechos en el suelo fuera de la plantación, cubriéndolos con una malla fina para evitar el escape de los adultos de la polilla y permitir que los parasitoides puedan regresar a los cafetales (Crowe, 2004).

Barrenadores del tallo de los cafetos (Coleoptera: Cerambycidae)

Con este hábito de taladrar los tallos de árboles de cafeto se registra un buen número de insectos de la familia Cerambycidae en muchas partes del mundo, entre los cuales se destacan las siguientes especies:

Barrenador blanco del tallo, *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Figuras 35.8 y 35.9)

Barrenador pardo del café, *Acalolepta cervina* (Hope)

Barrenador de África Occidental del café, *Bixadus sierricola* (White) (Figura 35.10)

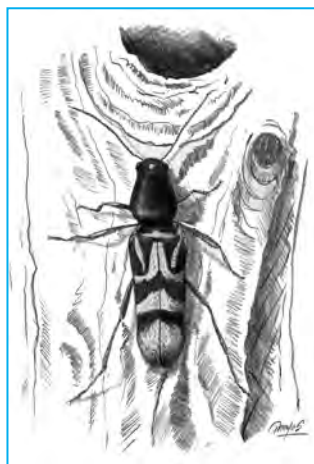
Barrenador blanco del café, *Monochamus leuconotus* (Pascoe) (Figura 35.11).

Barrenador de cabeza amarilla, *Dirphya nigricornis* (Olivier)

Estos insectos son las plagas más destructivas de *Coffea arabica* en Asia y África. Una posible razón de la abundancia de estos barrenadores, es que el cultivo del café en estas regiones está rodeado por áreas forestales y también se encuentra asociado con árboles de sombrío para prevenir la erosión en regiones



■ ■ **Figura 35.8.** Larva de *Xylotrechus quadripes* barrenando tallos de cafetos.



■ ■ **Figura 35.9.** Adulto de *Xylotrechus quadripes*.



■ ■ **Figura 35.10.** Adulto macho del barrenador del café, *Bixadus sierricola*.

de mucha pendiente, así como para conservar la biodiversidad. En América se presentan ocasionalmente infestaciones causadas por otras especies de barrenadores del tallo, pero no son tan serias, lo que se atribuye a que los cafetales tienen menos árboles de sombrío asociados a ellos (Lan y Wintgens, 2004).

Las especies *Xylotrechus quadripes* y *Acalolepta cervina* son plagas importantes en países de Asia. *X. quadripes* es la plaga más importante del café arábica en India, así como en Sri Lanka, China, Vietnam y Tailandia. En India, se estima que más de nueve millones de árboles son destruidos anualmente debido a los ataques de este insecto (Lan y Wintgens, 2004).

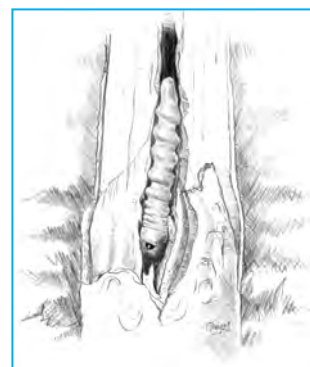


■ ■ **Figura 35.11.** Adulto del barrenador blanco del café, *Monochamus leuconotus*.

El barrenador blanco y el barrenador de cabeza amarilla se encuentran en países de África Oriental, causando daños muy serios a la caficultura. *Bixadus sierricola* ataca tanto cafetos de arábica como Robusta en África Central y Occidental (Crowe, 2004).

En Centro América se registra también el ataque de otros barrenadores del tallo, que aún no están presentes en Colombia. En la región del Soconusco en Chiapas (México) se han encontrado varias especies del género *Plagiohammus* (Figura 35.12).

La especie *Plagiohammus maculosus* Bates, ataca los tallos y las ramas del cafeto, y se ha encontrado en los estados de Oaxaca, Guerrero, Nayarit y Veracruz. Esta especie está distribuida por todo Centro América. El adulto es un insecto de 2,5 cm de largo, con las



■ ■ **Figura 35.12.** Larva del barrenador del café en Centroamérica, *Plagiohammus* sp.

antenas más largas que el cuerpo. Los adultos se observan después de las primeras lluvias y ovipositan en la corteza de los tallos cerca de la base del tronco. El daño lo hacen las larvas, al alimentarse de la corteza hasta abrir los orificios para hacer las galerías dentro del tallo. El daño se aprecia por la aparición de "aserrín", provocado por la alimentación de las larvas. Las ramas afectadas se tornan amarillas, flácidas y luego se secan. En ataques severos el árbol muere antes de la siguiente cosecha. Las plantas afectadas muestran en su base un polvillo o aserrín de color amarillo claro, el cual es el producto de la galería que construye la larva en el tallo de la planta (Barrera 2007).

En Guatemala, en la región de Huehuetenango, recientemente se registró la especie *Neoclytus cacticus* Chevrolat, causando serios daños. Aparentemente esta especie no ha sido encontrada en cafetales en otros países (Barrera, 2007).

Descripción e historia de vida

En general, las hembras de estas especies de coleópteros colocan sus huevos en las cavidades del tallo principal del cafeto. Las larvas son de color crema, con una cabeza típica prominente. Los adultos se caracterizan por poseer antenas muy largas. Las larvas perforan el tronco y hacen túneles hasta de 20 cm hacia las raíces y para arriba hasta 100 cm en el tallo principal, causando un daño extenso a la parte baja del tronco y el sistema radical. Si los árboles de café sobreviven al ataque, el rendimiento de las plantas viejas se reduce drásticamente. La susceptibilidad a enfermedades y termitas se incrementa.

Las larvas pequeñas del barrenador, en algunos casos se alimentan de la corteza del tallo, formando un anillo que corta el suministro de nutrientes en la parte superior del árbol. Cuando ocurren ataques a cafetos de menos de dos años, éstos frecuentemente mueren y los que sobreviven reducen considerablemente sus rendimientos.

Daño

Los árboles infestados por los barrenadores del tallo, muestran orificios de entrada en el tallo y en algunos casos, por estos orificios salen residuos del material barrenado. También se observan las hojas amarillentas y marchitas. El daño infringido a los cafetales por las larvas de estos barrenadores causa la mortalidad de las plantas o la reducción de su cosecha.

Manejo de poblaciones

Los métodos de control para los barrenadores del tallo son limitados, los árboles infestados deben removerse y destruirse para prevenir la infestación de los árboles vecinos. Debido a que las larvas en los tallos de los cafetos son difíciles de controlar, las estrategias de manejo se dirigen a prevenir la infestación, recolectando manualmente los adultos, desenterrando los árboles infestados o tratando de eliminar los huevos en el tallo quitándole la corteza a los árboles y aplicando un insecticida de contacto sobre los tallos de los cafetos.

Hay muy poca información sobre los enemigos naturales de estos barrenadores, sin embargo se indica que en África Occidental se han observado avispidas y moscas parasíticas. También se han adelantado trabajos con feromonas para la detección temprana de sus ataques, especialmente con la especie *X. quadripes* (Rhainds et al., 2001).

Barrenador negro del tallo, *Apate monachus* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae)

Apate monachus es un insecto común en África y Asia, y también se ha extendido a Brasil y Centro América, pero aún no se ha registrado en Colombia ni en otros países cafeteros de Suramérica, diferentes a Brasil.

Descripción e historia de vida

Apate monachus es una plaga seria en África, donde vive en áreas forestales en las cuales completa su ciclo de vida. Es también una plaga en la palma de aceite, y de ahí vuela hacia cultivos de café y ataca el tallo principal, lo penetra y hace túneles hacia arriba, de cerca de 20 cm de largo.

Los adultos son activos y buenos voladores, de color marrón brillante y una longitud de unos 2 cm, con ángulos redondeados en sus élitros, el tórax es bien marcado y redondeado, con la cabeza oculta debajo del tórax (Figura 35.13). La larva es blanca, tiene patas reducidas, con un cuerpo masivo casi cilíndrico pero engrosada en la parte anterior (Le Pelley, 1973; Crowe 2004).



■ ■ **Figura 35.13.** Barrenador negro del tallo, *Apate monachus*.

Daño

El daño lo hacen los adultos al penetrar en los tallos del cafeto, produciendo grande túneles que pueden causar la muerte de la rama o del árbol. Durante la noche descansan en el árbol, pero en la mañana se mueven hacia la parte soleada y caliente del tronco y los orificios de entrada siempre están orientados en este lado. Su presencia se advierte por el aserrín fino que se acumula en la base de los árboles.

Manejo de poblaciones

El manejo de sus poblaciones sólo es posible por medio de prácticas culturales, como la limpieza de las plantaciones quemando toda la madera que pueda contener estados del insecto, destrucción de árboles de café infestados y recolección manual de los adultos durante las mañanas.

En algunas regiones de África se utiliza el control mecánico, insertando un alambre en los orificios para matar el insecto en el estado que se encuentre. La eficacia de este control sólo se puede verificar si después de varios días se detiene la producción de aserrín afuera del túnel. Como alternativa se puede usar un trozo de algodón impregnado de un insecticida, el cual se introduce en el túnel (Crowe, 2004).

El gorgojo khapra, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae)

Sinonimia: *Trogoderma afrum* Priesner, 1951; *Trogoderma khapra* Arrow, 1917; *Trogoderma quinquefasciata* Leesberg, 1906. (Harris, 2006).

El gorgojo khapra es la peor plaga de los granos almacenados en el mundo. Ha sido nominada como una de las 100 especies más invasoras en el mundo (Lowe *et al.*, 2000). A pesar de que este insecto no se ha registrado como plaga de los granos de café almacenado, se considera un peligro potencial para este producto, por ser cosmopolita y polífaga. Este insecto no ha sido registrado en Suramérica, pero ya se encuentra en Estados Unidos y México. Recientemente, las autoridades fitosanitarias de Colombia lo han catalogado como una seria amenaza para el grano de café y otros productos alimenticios que se almacenan en bodegas y silos, por lo tanto, se están estableciendo barreras cuarentenarias para impedir su ingreso al país (ICA, 2007).

Las infestaciones del gorgojo khapra, una vez establecido en un sitio, son difíciles de controlar debido a la habilidad del insecto de vivir sin alimentarse por largos períodos, de sobrevivir en alimentos con bajo

contenido de humedad, a su hábito de meterse en hendiduras diminutas y permanecer ahí por mucho tiempo, y además, son bastante tolerantes a muchos insecticidas fumigantes. Todo esto lleva a la necesidad imperiosa de prevenir su introducción en áreas donde no se encuentre (Lindgren *et al.*, 1955).

Las larvas de *T. granarium* se alimentan de una gran variedad de productos alimenticios secos almacenados. Prefieren granos enteros y productos cereales como trigo, cebada y arroz, pero también atacan: avena, centeno, maíz, sangre seca, leche en polvo, pescado, nueces molidas, harina, salvados, malta, semilla de lino, semilla de alfalfa, semilla de tomate, frijoles, caupí, semilla de sorgo, heno de alfalfa, coco, garbanzos, lentejas, pulpa seca de naranja, maní, levadura en polvo, germen de trigo y muchos otros productos (Lindgren y Vincent, 1959; Lindgren *et al.*, 1955).

Distribución

El gorgojo khapra es originario de India, pero su zona endémica se extiende desde Burma hacia África Occidental, limitada por el paralelo 35° al Norte y con el Ecuador al Sur. El insecto se ha introducido, por medio del comercio, a muchas regiones con condiciones climáticas similares. En la actualidad se la considera como una plaga cosmopolita.

Lindgren *et al.* (1955) indica que excepto por Suramérica, el gorgojo khapra se encuentra en todos los continentes donde se almacenan granos alimenticios. Sin embargo, Szito (2006) afirma que esta especie no se encuentra en Australia ni en Nueva Zelanda.

En los Estados Unidos se encontró en California en 1946 y se ha dispersado a varias regiones de Arizona, Nuevo México y Baja California en México. Después de llevar a cabo programas de erradicación, el gorgojo khapra se encontró de nuevo en sitios aislados de California, Maryland, Michigan, Nueva Jersey, Nueva York, Pensilvania y Texas, entre los años 1980 y 1983 (Harris, 2006).

Descripción e historia de vida

Adultos. Los adultos del gorgojo khapra están cubiertos de setas finas, tienen de 1,8 a 3,2 mm de longitud; su cuerpo es casi oval, de color gris a café claro con manchas, y ojos marginados (Figura 35.14). El macho es más pequeño y oscuro que la hembra, en ocasiones, la hembra tiene casi el doble del tamaño que el macho. El adulto tiene alas, pero aparentemente no vuela y se alimenta muy poco. Su longevidad es de 10 a 32 días (Buss y Fasulo, 2006).

La cópula ocurre a los cinco días de su emergencia y colocan huevos casi inmediatamente si están bajo condiciones de 40°C. Cuando las temperaturas son menores colocan huevos después de 1 a 3 días, pero la oviposición se detiene a 20°C.

Las hembras colocan los huevos en forma dispersa en el material que está infestando, dentro del grano. Una sola hembra puede ovipositar 125 huevos durante su vida, con un promedio hasta de 26 huevos por día (Harris, 2006).

Huevos. Los huevos son blancos y se tornan amarillo-pálidos con la edad, son cilíndricos (0,7 por 0,25 mm), uno de los extremos es redondeado y el otro puntiagudo con una proyección en forma de espina. Los huevos eclosionan entre 6 y 16 días, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad.

Larvas. Las larvas al emerger son aproximadamente de 1,6 a 1,8 mm en longitud, más de la mitad de esta



■ **Figura 35.14.** Adulto del gorgojo khapra, *Trogoderma granarium*.

longitud se debe a una cola de pelos, que sale del último segmento abdominal. Las larvas son blanco amarillentas, excepto por la cabeza y los pelos del cuerpo que son marrones. A medida que la larva aumenta en tamaño, el color del cuerpo cambia a dorado o marrón rojizo, se desarrollan más pelos en el cuerpo y la cola llega a ser proporcionalmente más corta. Las larvas maduras miden aproximadamente 6 mm en longitud y 1,5 mm de ancho (Figura 35.15).

Las larvas, se alimentan tanto de granos como de tejidos vegetales secos o productos animales. Pueden sobrevivir y completar su desarrollo alimentándose en granos con un contenido de humedad de sólo 2%; soportan temperaturas de hasta 44°C y pueden vivir hasta tres años sin comer. Si la temperatura baja por debajo de 25°C por un tiempo prolongado, o si la población de larvas es muy densa, ellas pueden entrar en diapausa (Harris, 2006).



■ ■ **Figura 35.15.** Larva del gorgojo khapra en cereales.

Pupas. El estado de pupa tarda de 6 a 17 días. El ciclo biológico de *T. granarium* varía dependiendo de las condiciones climáticas del lugar en que habitan y del alimento disponible. En general, el ciclo toma desde huevo a adulto 26 días a 34°C y 220 días a 21°C. Los adultos raramente vuelan y no se alimentan.

Daño

Trogoderma granarium es una plaga muy importante de productos almacenados bajo condiciones de altas temperaturas y baja humedad, y se considera una seria amenaza para los países productores de café. El ataque de este insecto generalmente se desarrolla en la parte superior del arrume de costales o silos, ya que el insecto no es capaz de penetrar mucho en estos empaques.

La reproducción puede ser tan rápida que es posible encontrar larvas en grandes cantidades en la superficie de los costales de los granos. Su detección en área no infestada conlleva a una cuarentena inmediata de los productos almacenados y esfuerzos costosos de control y erradicación.

No se ha observado que este insecto vuele, por consiguiente su dispersión probablemente depende del movimiento de productos infestados o de contenedores, donde puede ser transportado mientras está en diapausa.

Detección y manejo de poblaciones

Las larvas tienen el hábito de refugiarse en las hendiduras de la madera o de las paredes de las bodegas, lo que dificulta su control por medios químicos.

Las señales que indican del ataque del gorgojo khapra son las larvas y las exuvias que deja sobre los granos infestados. Sin embargo, la larva es muy similar a larvas de otras especies no importantes de *Trogoderma* y de otros coleópteros que atacan tapetes. Para la identificación de las larvas en programas de detección, se recomienda visualizarlas con la ayuda de un estéreo microscopio. Los métodos de detección deben incluir exámenes de todas las rendijas, hendiduras, arrumes y paredes, debajo de maderos, tanques, estanterías, etc. Las larvas se pueden observar con mayor frecuencia cuando el recinto se encuentra iluminado ya que tienen la tendencia a moverse más en este momento (Anonymous, 1981).

Algunos insecticidas fumigantes proporcionan buen control del insecto en dosis altas, este gorgojo es más resistente a estos productos que la mayoría de las plagas de productos almacenados. La fumigación debe

permitir que el producto penetre en las hendiduras, rajaduras y rendijas para lograr un buen control. En un programa de erradicación, tanto los insecticidas fumigantes como las aspersiones superficiales se usan en combinación con medidas preventivas, como prácticas de buena limpieza y exclusión de residuos u otros materiales donde puedan albergarse estos insectos (Harris, 2006).

Literatura citada

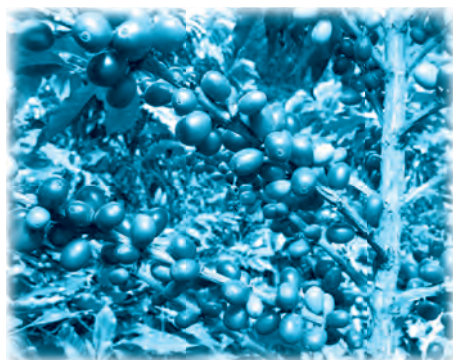
- ABASA, R. O.; MATHENGE, W. M. 1972. Observations on the biology and host-searching behaviour of *Afromelanichneumon sporadicus* and *Cryptus nigropictus* (Hymenoptera: Ichneumonidae), pupal parasites of *Ascotis selenaria reciprocaria* (Lepidoptera: Geometridae). *BioControl*, 17 (1): 93 – 97.
- ANONYMOUS. 1981. Data sheets on quarantine organisms. *Trogoderma granarium* Everts. European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin, 11 (1) Set 4, List A2, p. 1-6.
- BARRERA, J. F. 2007a. Proyecto barrenador del tallo del café. Grupo de investigación de Ecosur en zonas cafetaleras. <http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/mip.htm>
- BUSS, L. B.; FASULO, T. R. 2006. Stored product pests. University of Florida, IFAS. SW 185. CD-ROM.
- CÁRDENAS, R.; POSADA, F. J. 2001. Los insectos y otros habitantes de cafetales y platanales. Comité Departamental de Cafeteros del Quindío y Cenicafe. Armenia, Colombia, 120 p.
- CROWE, T. J. 2004. Coffee pests in África. *In*: Coffee: Growing, processing, sustainable production. Part II: Pests and diseases. Ed. J. N. Wintgens, Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. p. 421 – 458.
- GREATHEAD, D. J. 1966. A taxonomic study of the species of *Antestiopsis* (Hemiptera: Pentatomidae) associated with coffee arabica in África. *Bull. Ent. Res.*, 56: 515 – 554.
- HARRIS, D. L. 2006. The khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Entomology Circular No. 262, 2 p.
- HILL, D. S. 1975. Agricultural insect pests of the tropics and their control. Cambridge University Press, London, 516 p.
- ICA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 2007. Resolución 293 de febrero 9 de 2007, por la cual se reglamentan los controles fitosanitarios a las importaciones de café. Bogotá, Colombia.
- GARCAFE. 1994. O ataque das cigarras. Órgão informativo da cooperativa dos cafeicultores da região de garça. Ano 1, No. 04, novembro 1994. 16 p.
- KISS, A.; MEERMAN, F. 1991. Integrated pest management and African agriculture. Pest and disease control in coffee in Kenya. World Bank Technical Paper No. 142, Africa Technical Department Series, The World Bank, Washington, D.C., 142 p.
- LAN, C. C.; WINTGENS, J. N. 2004. Major pests of coffee in the Asia – Pacific Region. *In*: Coffee: Growing, processing, sustainable production. Part II: Pests and diseases. Ed. J. N. Wintgens, Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, p. 459 – 473.
- LE PELLEY, R. H. 1973. Las plagas del café. Editorial Labor, S. A., Barcelona. Traducción: Subirana, Aliberas y León, 693 p.
- LINDGREN, D. L.; VINCENT, L. E. 1959. Biology and control of *Trogoderma granarium* Everts. *Journal of Economic Entomology*, 52: 312-319.
- LINDGREN, D. L.; VINCENT, L. E.; KROHNE, H. E. 1955. The khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. *Hilgardia* 24: 1-36.
- LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DEPOORTER, M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: A Selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group, World Conservation Union (IUCN). <http://www.issg.org/booklet.pdf> (15 May 2006).



- MARTINELLI, N. M.; ZUCCHI, R. A. 1987. Cigarras associadas ao cafeeiro: I. Gênero *Quesada* Distant, 1905 (Homoptera, Cicadidae, Cicadinae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 16: 51-60.
- MARTINELLI, N. M.; ZUCCHI, R. A. 1997. Cigarras (Hemiptera, Cicadidae, Tibiciniinae): associadas ao cafeeiro: distribuição, hospedeiros e chave para as espécies. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26 (1): 133-141.
- RHAINDS, M.; LAN, C. C.; KING, S.; GRIES, R. M. O.; GRIES, G. 2001. Pheromone communication and mating behavior of coffee white stem borer, *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Coleoptera: Cerambycidae). Appl. Entomol. Zool., 36: 299 - 309.
- SWIRSKI, E.; WYSOKI, M.; IZHAR, Y. 1995. Avocado pests in Israel. Proceedings of the World Avocado Congress III, Department of Entomology Extension Service, A.R.O. The Volcani Center Ministry of Agriculture, p. 419 – 428.
- SZITO, A. 2006. *Trogoderma granarium*. Global invasive species database. <http://www.issg.org/database/species/ecology>. (15 May 2006).
- WHEATLEY, P. E. 1963. The giant coffee looper, *Ascotis selenaria reciprocaria*. East African Agric. For. Journal, 29: 143 – 146.

Perspectivas del manejo de la caficultura





CAPÍTULO 36

Perspectivas sobre el manejo de plagas en cafetales

Álex Enrique Bustillo Pardey

Desde que el hombre se dedicó a la agricultura intensiva, lo han acompañado los problemas de insectos plagas que constantemente amenazan sus cosechas, por eso los Entomólogos siempre están en la búsqueda de nuevas herramientas de control, que sean cada vez más eficaces y puedan contrarrestar el flagelo de estos organismos. Con el advenimiento de la síntesis de insecticidas químicos de amplio espectro, se dio un gran paso para controlar satisfactoriamente las plagas, con la ventaja de que se podían tratar varios problemas con una sola aspersión. Esto unido a las exigencias de los comercializadores y consumidores hacia el agricultor, de obtener un producto final de una sanidad absoluta, condujo a que el uso de los plaguicidas se llevara a cabo en una forma indiscriminada, abusando de sus dosis y frecuencia de aplicación.

La anterior situación trajo como consecuencia que en corto tiempo los agricultores, investigadores y ambientalistas, se dieran cuenta de los problemas derivados del uso indiscriminado y masivo de insecticidas, como son: el desarrollo de la resistencia por parte de las plagas, la eliminación de la fauna benéfica, los problemas de intoxicación en operarios, la contaminación de aguas subterráneas, los residuos tóxicos en productos vegetales que van directamente a los consumidores, el impacto sobre las plagas secundarias que al eliminar la fauna benéfica generaban otros problemas más serios. Esta situación llevó a los investigadores a proponer cambios en la estrategia de manejo del problema, desarrollando el concepto del Control Integrado de Plagas y más tarde, del Manejo Integrado de Plagas (MIP), conceptos bastante afines.

En los países del hemisferio Norte, debido al gran desarrollo de su agricultura, se dieron los primeros pasos hacia la implementación de esta estrategia MIP, la cual paulatinamente se adoptó en países del Sur, menos desarrollados, pero con una problemática de plagas mucho más compleja. En el hemisferio Norte, el MIP se entendió y se empleó como un uso racional de plaguicidas, en donde estos productos se aplicaban de acuerdo a los umbrales de daño económico que se obtienen a través de muestreos basados en principios estadísticos, para tener idea de la magnitud de una población de insectos y de ahí estimar su posible impacto, para determinar si se justifica realizar una aplicación del plaguicida. En algunos casos esta estrategia está acompañada con la rotación de plaguicidas, rotación de cultivos, vedas para la siembra de un determinado cultivo, uso de variedades resistentes o tolerantes a una plaga, pero muy poco o casi nada se fomentaba el uso de la fauna de enemigos nativos como entomopatógenos, parasitoides y/o predadores o productos biológicos derivados de estos organismos.

A pesar de la aplicación de estas nuevas estrategias de control, los problemas de plagas no terminaron, ya que los insectos seguían desarrollando resistencia a las nuevas moléculas que la industria de agroquímicos producía.

Las compañías transnacionales de plaguicidas en el pasado mostraron poco o ningún interés en el desarrollo de productos biológicos, debido a que estos se consideran muy específicos y a los requerimientos de muchos, sobre condiciones ambientales propicias para un buen desempeño, lo que no los hace comercialmente promisorios. Una excepción ha sido la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que mostró ser eficaz inicialmente en el control de plagas de lepidópteros y posteriormente, con descubrimiento del aislamiento de la bacteria de sustratos del suelo y del ambiente, se han obtenido nuevas cepas con actividad para el control de otro tipo de insectos como dípteros y coleópteros, y así ampliar su mercado. Esta bacteria se ha utilizado en muchos programas MIP, pero como todo producto u organismo que se usa en forma continua, los insectos han desarrollado resistencia y su uso se ha reducido considerablemente.

En los últimos años, la industria de agroquímicos ha concentrado sus objetivos en el desarrollo de moléculas con mayor especificidad, menor toxicidad y más amigables, que contribuyan a la sostenibilidad de los cultivos y del medioambiente, dadas las exigencias de las agremiaciones de consumidores que por medio de organismos no gubernamentales (ONG) u otros medios, claman por productos alimenticios más sanos y métodos de control de menor impacto en los agroecosistemas.

Sin embargo, el desarrollo de esas moléculas conlleva mayores inversiones, lo que se traduce en mayores costos para los usuarios y en muchos casos, limitan su uso en países del hemisferio Sur, con una agricultura menos mecanizada, con mayor dependencia de mano de obra y costos de producción más elevados.

La agricultura en los países desarrollados en el hemisferio Norte, tiene varias características que la diferencian de la agricultura en países en vías de desarrollo, localizados en las zonas tropicales, especialmente los agroecosistemas cafeteros. La primera, se caracterizan por estar en topografías poco agrestes, predios de grandes extensiones, altamente mecanizables, agricultura intensiva, poca biodiversidad, influencia de las estaciones climáticas que minimizan los problemas de plagas, subsidios gubernamentales y agricultores empresariales con un mayor nivel de escolaridad.

En cambio, los ecosistemas cafeteros en su mayoría están localizados en zonas tropicales, generalmente en las laderas de cordilleras montañosas, los agricultores en su mayoría poseen pequeñas extensiones y viven en los predios, los agroecosistemas son duraderos y más estables, tienen una mayor biodiversidad y dependen mucho de la mano de obra, al ser poco mecanizables. Además, en la mayoría de estos países se carece de apoyos gubernamentales y muchos insumos son importados, por lo que requieren divisas para su adquisición. Por otra parte, es necesario un gran esfuerzo de transferencia de tecnología debido al bajo nivel de escolaridad de los agricultores.

El enfoque del manejo integrado de plagas en estos ecosistemas tropicales debe ser más amplio y contemplar no solo la factibilidad del control de la plaga sino ampliarse al manejo del cultivo. El objetivo final de los agricultores no es controlar plagas sino producir competitivamente sus productos, y existen muchas prácticas que se pueden implementar en el manejo del cultivo que desalientan o evitan que las poblaciones de las plagas se incrementen, como las discutidas en las Secciones II y V de este libro.

Con el fin de aprovechar la biodiversidad de las zonas tropicales, en estos países y especialmente en Colombia, existe un enorme interés en el desarrollo de bioplaguicidas basados en entomopatógenos, especialmente hongos y el desarrollo de procesos de cría masiva de parasitoides y predadores. Ejemplos de hongos entomopatógenos, son los insecticidas biológicos basados en *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Paecilomyces lilacinus*, entre otros. En el caso de parasitoides sobresalen *Trichogramma* spp., *Telenomus alsophilae*, *Telenomus remus*, *Encarsia formosa*, *Apanteles* spp., *Aphelinus mali*, *Spalangia* spp., *Muscidifurax* spp., y los parasitoides que controlan la broca del café: *Prorops nasuta*, *Cephalonomia stephanoderis* y *Phymastichus coffea*. Para el caso de los predadores, se pueden mencionar *Orius* spp., *Chrysoperla* spp., y coccinélidos como *Rodolia cardinalis*, *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*. Solamente en Colombia existen registrados ante el ICA, cerca de 50 laboratorios que tienen licencia para la producción de bioinsecticidas e insectos benéficos.

Estos laboratorios han desarrollado procesos semiartesanales e industriales, que permiten la producción masiva de estos organismos y tienen la supervisión y el control del gobierno, para asegurar a los agricultores productos que cumplan con las exigencias del mercado. Las compañías colombianas han abordado el mercado internacional proyectándose hacia países como Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela, Panamá, Costa Rica y Guatemala, entre otros.

En Colombia, la actividad cafetera ha jugado un papel muy importante en el desarrollo del país no solo por los ingresos que genera sino por el empleo rural, y su prominencia social y regional. Como lo indica la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: "El café en Colombia más que un producto agrícola de exportación es ante todo un tejido social, cultural, institucional y político que ha servido de base para la estabilidad democrática y la integración nacional. Esta actividad representa el corazón de la sociedad rural colombiana y la red social cafetera es un activo estratégico del desarrollo nacional. Por eso 566 mil familias

cafeteras están organizadas y trabajan unidas en procura del bienestar común. Este principio ha sido la base para que, después de ochenta años continúen agremiados y junto con sus Instituciones se hayan convertido en el motor de desarrollo social, cultural y económico del país, a partir de la construcción de puentes, acueductos, puestos de salud y escuelas, que son tan sólo algunas de las obras que los cafeteros le han entregado a Colombia”.

La caficultura colombiana ha presentando cambios importantes en los últimos años, estimulados por el programa de “Incentivo a la Renovación de Cafetales Tecnificados”, que actualmente se denomina “Programa de Competitividad”. Además de partir de la necesidad de mantener una caficultura joven, que permita adecuadas productividades, se requiere que los caficultores adopten las prácticas de manejo del cultivo más apropiadas y que propendan por la reducción de las plagas que lo afectan. El fin último, es lograr una caficultura competitiva y sostenible, mediante el incremento de la productividad, que debe traducirse en mayores ingresos para la población cafetera. Al mismo tiempo, esta caficultura debe respetar al entorno agroecológico y preservar la biodiversidad, contribuyendo así a la sostenibilidad social, económica y ambiental de la zona cafetera. Por lo tanto, un manejo apropiado de los problemas fitosanitarios es importante para lograr estos fines.

Hacia el futuro se esperan muchos cambios en los enfoques del manejo de plagas, como consecuencia de los adelantos en las investigaciones, en regulaciones internacionales y exigencias en los mercados, para lograr una agricultura más limpia y con mayor estabilidad ecológica. La revisión que en poco tiempo se hará de la legislación nacional sobre residuos de plaguicidas, hará que se dé mayor prioridad a la búsqueda de alternativas más eficaces al uso de químicos altamente contaminantes, en programas MIP.

Para hacer más eficaces estos cambios, es necesario un plan agresivo de educación dirigido a los jóvenes en escuelas, con el fin de lograr el relevo generacional. Se debe hacer énfasis sobre las prácticas apropiadas del manejo del cultivo, y cómo integrar todas las herramientas de control existentes para el manejo de las plagas. Todo esto permitirá que la percepción del cafetero joven sea mayor y se logre una mayor adopción de la tecnología. Así mismo, se requiere preparar el personal que labora en las fincas para la correcta ejecución de las labores a través de programas de competencias laborales.

En las universidades, es necesario que los programas agropecuarios se reorienten hacia la preparación de profesionales entrenados y más conscientes de toda esta problemática. Así como hacer un especial énfasis en la preparación adecuada de los capacitadores o extensionistas, por medio de metodologías basadas en “aprender haciendo”, para que las enseñanzas sean transmitidas al beneficiario final en la forma más adecuada. Todas estas acciones deben ir acompañadas de mecanismos modernos como la Investigación Participativa con Agricultores (IPA), la televisión interactiva, cursos de aprendizaje “e-learning”, videos y video conferencias, entre otros.

Las personas que desarrollan e implementan tecnologías MIP, deben ser proactivas en el diseño de sistemas de entrega de información. Esto involucra varios aspectos como son: la comunicación efectiva de la información generada por la investigación a los extensionistas, para promover la formulación y entrega de programas integrados; la entrega a tiempo de anuncios sobre el estado de las plagas (“alertas”) a los agricultores, para que tomen decisiones a tiempo y lograr que los extensionistas y agricultores retroalimenten a los investigadores en relación con la efectividad de los programas implementados.

Un aspecto importante, son los mensajes a la comunidad para crear conciencia y aceptación sobre la importancia del MIP, desde el punto de vista de entender cómo a través de esta estrategia se logra una efectiva regulación de las plagas, haciendo énfasis en la seguridad para la población humana y para el ambiente en el que vivimos. También se pretende que el público entienda que el MIP tiene como principal objetivo, la moderación en el uso de los plaguicidas y la consideración de métodos de control alternativos.

El público debe ir más allá de consideraciones vagas sobre la seguridad de los alimentos, a entender y apreciar el potencial de las plagas para limitar los suministros de alimentos o productos, y así estar consciente de las decisiones para un adecuado empleo de las técnicas de manejo. El público debe ver el desarrollo e implementación del MIP como una inversión sana de recursos.

Otra área que preocupa con el uso continuo de plaguicidas químicos, es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Para evitar esto, se deben establecer normas legales que permitan a las autoridades oficiales llevar a cabo monitoreos y controles a los que infrinjan las normas.

Hacia el futuro se prevé el desarrollo de nuevos insecticidas basados en subproductos de organismos o de extractos vegetales, más eficaces, específicos, de menor impacto ambiental y económicamente más accesibles.

A largo plazo, también es previsible la obtención de variedades transgénicas con resistencia a plagas, como producto de los avances en ingeniería genética. Puede que estas variedades no sean totalmente resistentes o presenten una tolerancia a los problemas más serios como la broca del café, pero serán un aporte importante dentro de un esquema de múltiples enfoques de control, como lo plantea el MIP. Será también importante explorar la posibilidad de incluir características en ciertos cultivares, que faciliten el control de las plagas como por ejemplo, en el cafeto lograr variedades con floraciones concentradas.

Enfoques muy revolucionarios se presentarán como el recientemente expuesto en la revista Science, en donde se informa que un grupo de investigadores han encontrado la forma de producir plantas genéticamente modificadas, para que produzcan moléculas que inactiven el ARN de los insectos. Este nuevo enfoque puede abrir el camino para un control de plagas más amigable y más selectivo con el ambiente.

Con la aprobación de protocolos para la manipulación de microorganismos en Colombia, se podrán adelantar rápidamente investigaciones para producir entomopatógenos basados en hongos transgénicos más virulentos a los insectos plagas. Otra estrategia de control puede ser la manipulación de genes de entomopatógenos para producir bioplaguicidas más eficaces. Se presume que hacia el futuro los entomopatógenos desempeñarán un papel muy importante en el control de muchas plagas.

Se vislumbra, en las próximas décadas, la producción y liberación de insectos con genes deletéreos, que conduzcan a la extinción de las poblaciones de plagas o la producción de enemigos naturales que puedan tener características que impliquen una mayor eficacia en el control de plagas.

También, para mejorar la eficacia de predadores y parasitoides, la investigación proporcionará información para producir comercialmente metabolitos secundarios que producen las plantas, para atraer estos insectos y mejorar su eficacia en el combate de las plagas.

En la parte de la Ingeniería Agrícola, se espera el desarrollo de equipos que permitan labores de control más eficientes, como son: el tratamiento de frutos infestados en el suelo, para el caso de la broca del café, y dispositivos de cosecha que eviten la caída de frutos.

Muy posiblemente, empresas nacionales y transnacionales interesadas en estos temas, filtrarán y decantarán toda la investigación necesaria para ofrecernos avances tecnológicos de fácil adquisición comercial y de gran provecho para el desarrollo de nuestra caficultura y agricultura en general.



Glosario

Compilación: Álex Enrique Bustillo Pardey

Abdomen. Tercera división del cuerpo de los insectos, por lo general, de 10 a 11 segmentos. En la forma adulta carece de patas ambulatorias.

Abductor. Músculo que separa un apéndice del eje.

Acarina. Orden de la Clase Arachnida que incluye ácaros y garrapatas.

Adéctica. Pupa sin mandíbulas para escapar del capullo.

Aductor. Músculo que acerca un apéndice.

Aedeago (ver edeago). Órgano reproductor de los machos de los insectos.

Agrimensora. Larva de la Familia Geometridae o de otro Lepidoptera, en la cual faltan algunos o todos los espuripedios de la parte media del abdomen. Estas larvas se mueven trayendo la cola hacia el tórax, formando una curva en forma de U invertida.

Agroecosistema. Sistema de plantas, animales y hábitat modificado y simplificado por el hombre para fines agrícolas.

Aislamiento reproductivo. Condición que impide la reproducción entre poblaciones o especies debido a factores intrínsecos.

Ala. Expansión externa de la pared del cuerpo, en número par, con una lámina membranosa superior e inferior, por donde corren fibras de soporte denominadas venas.

Alelo. Una de dos o más formas alternativas de un gen en un locus en particular.

Aleloquímicos. Sustancia producida por un organismo que tiene efecto modificador morfofuncional o de comportamiento, sobre ejemplares de otra especie.

Alomona. Aleloquímico que produce una reacción en un individuo de otra especie, favorable para el ejemplar que la emite.

Alopátrico. Poblaciones o especies separadas geográficamente.

Ametábolo. Insectos que se desarrollan sin metamorfosis. Aquellos que pertenecen a la Subclase Apterygota (Collembola), con crecimiento gradual, donde los estados juveniles son semejantes al adulto.

Aminoácido. Una de las unidades monoméricas que se polimerizan para formar una molécula de proteína.

Anal, Segmento. Último segmento abdominal de larvas o adultos.

Anamorfosis. Tipo de metamorfosis en el cual los estados juveniles presentan menos segmentos que los adultos (Protura).

Androconia. Escamas modificadas en las alas de Lepidoptera que producen feromonas.

Andrópara. En áfidos, hembras que dan origen a machos.

Anepisterno. Parte superior del episterno cuando existe sutura longitudinal.

Anillo anal. En Pseudococcidae, corresponde a la cauda propiamente dicha. Generalmente está bordeado por al menos dos hileras de células que le proporcionan apariencia crenulada y de donde salen tres pares de setas dispuestas bilateralmente, de longitud variable.

Antagonismo. Las dos especies sufren efectos adversos.

Antena. Apéndice sensorial segmentado, en número par, que nace en la región frontal de la cabeza.

Antenómero. Ver artejo.

Antibiosis. Acción nociva de un organismo para la vida de otro, sin ser un verdadero parasitismo, mediante la producción de sustancias que inhiben el desarrollo o causan la muerte del organismo sobre el cual ejercen su acción.

Antibiótico. Sustancias químicas que impiden la multiplicación o desarrollo de microorganismos. Es producido por muchos organismos como bacterias y hongos inferiores, algunos se obtienen por síntesis.

Anticuerpo. Sustancia producida por el huésped en respuesta a la introducción de una sustancia extraña (antígeno) en la sangre o en el tejido, y que inhibe la acción invasiva de un antígeno.

Antígeno. Sustancia normalmente de origen proteico, que cuando invade el sistema de los mamíferos estimula la producción de anticuerpos.

Antisero. Un suero que contiene anticuerpos.

Ápoda. Sin patas.

Apodema. Proyección interna del tegumento que generalmente permite inserción muscular.

Apófisis (pl. apofises). Proceso o tubérculo cuticular.

Apomixis. Sistema reproductivo asexual derivado de un sistema sexual.

Áptera. Sin alas.

Apterygota. Subclase de insectos que carecen de alas. Insectos primitivos.

Arista. Cerda generalmente dorsal, en el segmento distal de la antena en Diptera.

Arolio. Lóbulo medio del pretarso ubicado entre las uñas.

Arrenotoquia. Tipo de reproducción en que se originan machos por partenogénesis, de huevos no fertilizados.

Artejo. Cada una de las partes articuladas del flagelo o funículo, que forman las antenas en los insectos.

Arvense. Plantas asociadas a los cultivos, que comúnmente se denominan malezas.

Átocos. Individuos en estado no reproductivo.

Axénico. Libre de organismos asociados.

Axila. Esclerito lateral del escutelo de forma triangular o redondeada y, por lo general, localizado en la zona caudal de la base del ala anterior en Hymenoptera.

Azigosis. Haploidía.

Bacteriófago. Virus que destruye ciertas bacterias.

Bacteriostático. Sustancia que impide el desarrollo de las bacterias.

Basitarso. Primer segmento proximal del tarso.

Bilobada o bilobulada. Que presenta dos lóbulos.

Bioensayo. Medida de la potencia de cualquier estímulo, físico, químico, biológico, fisiológico o psicológico, por medio de la respuesta que él produce en la materia viviente.

Bioma. Determinada parte del planeta que comparte un clima, vegetación y fauna relacionados.

Biordinal. Se dice de los *crochets*, cuando se presentan en dos tamaños, alternándose en una misma fila o serie.

Biserial. *Crochets* que están dispuestos en dos filas o series, generalmente concéntricas.

Bisexuales. Generaciones de organismos en que existen machos y hembras.

Bivoltino. Organismo que completa dos generaciones al año.

Braquíptero. Que tienen alas cortas o reducidas.

Cabeza. Primera región del cuerpo de un insecto, compuesta generalmente por 6 a 9 escleritos.

Cámara filtrante. Órgano resultante del acercamiento del estomodeo al intestino posterior, que permite el paso directo de líquidos, en Hemiptera.

Campodeiforme. Larva con cuerpo aplanado, patas desarrolladas, antenas y cercos largos, por ejemplo en Neuroptera, Trichoptera.

Capacidad de búsqueda. Habilidad de un enemigo natural para movilizarse, localizar y parasitar o depredar a su huésped (presa).

Capacidad máxima de soporte (K). Máximo número de individuos que un hábitat puede soportar en función de los recursos existentes.

Carabiforme (larva). Semejante a larva campodeiforme pero con patas y cercos cortos.

Carpófago. Que se alimenta de frutos.

Cauda. Cualquier proceso o expansión terminal del abdomen. En áfidos extensión en forma de espátula.

Cecidógeno. Insecto que produce agallas, en las cuales puede o no vivir en el interior.

Cefálico. En o perteneciente a la cabeza.

Celdas. Área del ala rodeada de venas.

Cerarios. Estructuras que sólo se encuentran en Pseudococcidae y que forman y dan soporte a los filamentos marginales de cera. Se extienden en una línea imaginaria cefalo-caudal en los bordes laterales del dorso y constan de grupos de setas y poros. En cada cerario existen dos o más setas cónicas o lanceoladas prominentes, llamadas setas cerarianas y algunas veces setas filiformes denominadas setas auxiliares.

Cercus (pl. cerci). Son apéndices pares, a menudo sensoriales, en el extremo posterior de muchos insectos; las pinzas de las tijeretas (Dermaptera) son cercus modificados.

Cervical. Punto de articulación para la cabeza con el tronco.

Cerviz. Sección membranosa entre la cabeza y el tórax.

Cibario. Espacio preoral entre el clípeo y la base de la hipofaringe.

Circadiano (ritmo). Actividad biológica periódica, generalmente dentro del día.

Círculo. Estructura ventral de forma diversa, generalmente ovalada o cuadrangular, ubicada en muchas ocasiones en la parte media de los segmentos abdominales tres y cuatro, en Pseudococcidae.

Cleptoparásito. Parásito que se nutre de alimento almacenado por su larva huésped.

Clípeo. Zona de la cabeza de los insectos situada bajo la frente y sobre el labro.

Coarctada. Tipo de pupa que oculta todas las estructuras exteriores del futuro imago, por la presencia de la última muda larval, que le confiere aspecto de cilindro o barril.

Coexistencia. Presencia de dos o más especies en el mismo hábitat, generalmente se refiere a especies potencialmente competitivas.

Colloforo. Tubo ventral ubicado en el primer segmento abdominal en Collembola.

Comensales. Especies que se benefician del comensalismo.

Comensalismo. Forma de simbiosis en la que se involucran dos organismos diferentes, en la cual una especie se aprovecha de la asociación sin dañar, ni beneficiar a la otra.

Competencia. Ambas especies resultan afectadas adversamente por su asociación. Hay tres tipos de competencia.

Competencia interespecífica. Entre dos o más individuos de diferentes especies.

Competencia intraespecífica. Entre dos o más individuos de la misma especie.

Competencia por recursos. Cuando los organismos (de una o más especies) utilizan un mismo recurso que es escaso. Competencia por alimento, apareamiento, espacio, sitios de anidado, refugio.

Comprimido. Aplastado bilateralmente.

Concentración letal media (CL₅₀). Concentración de un producto que produce la muerte de la mitad de los organismos en prueba.

Condilo. Cualquier proceso por medio del cual un apéndice está articulado a una cavidad corporal.

Constreñido. Adelgazado, retraído.

Control biológico. Uso por el hombre, de organismos vivos para controlar animales y plantas indeseables.

Control microbiológico. Parte del control biológico que tiene que ver con el control de insectos mediante el uso de microorganismos, incluyendo los virus, bacterias, hongos y nematodos.

Coriáceo. Con consistencia de cuero.

Corión. Envoltura externa del huevo.

Corium. Porción basal del ala delantera de Hemiptera, de forma elongada y generalmente gruesa.

Cornículo. En las hembras de Orthoptera hace alusión a los ápices endurecidos de las primeras y segundas válvulas que penetran en el suelo para depositar los huevos; en los áfidos o pulgones los tubos melíferos abdominales dorsales.

Corpora allata. Glándula endocrina productora de hormona juvenil, ubicada detrás del cerebro.

Corpora cardiaca. Glándula endocrina ubicada en la aorta, detrás del cerebro.

Costal, Vena. Primera nervadura del ala, que se extiende a lo largo del margen anterior del ala.

Coxa. Segmento proximal de la pata unida al cuerpo.

Coxopodito. Esclerito basal donde se originan proyecciones que dan origen a un apéndice.

Cremaster. Ápice del último segmento del abdomen de la pupa. Espinas terminales del abdomen que en pupas arbóreas ayudan a suspenderse o en pupas subterráneas, ayudan desplazarse en la tierra.

Crenulado. Ondulado o recubierto con pequeñas verrugas.

Criptobiosis. Estado de los insectos sin signos vitales, pero recuperable en condiciones favorables.

Criptonefridio. Tubo de Malpighi cuyo extremo distal se encuentra adosado al recto.

Crisálida. Ver pupa.

Cristal paraesporal o delta endotoxina. Proteína tóxica a insectos en forma de diamante, producida por bacterias de la especie *Bacillus thuringiensis* durante el proceso de esporulación.

Crochet (pl. crochets). Pequeñas espinas curvas en forma de gancho y dispuestas en filas o círculos en la base de una pata abdominal de una larva.

Cromosoma. Filamento condensado de ácido desoxirribonucleico, visible en el núcleo de las células durante la mitosis. Su número es constante para cada especie animal o vegetal.

Ctenidio. Grupo de pelos rígidos formando un pincel.

Cuneo o cuneus. Pieza apical más o menos triangular del corium, separada de éste, por una sutura en Hemiptera.

Cutícula. Cubierta externa de los insectos de tipo no celular, secretada principalmente por la epidermis.

Cuticulina. Tipo de proteína epicuticular en insectos.

Déctica. Tipo de pupa con mandíbulas para escapar del capullo.

Depredador. Organismo que se alimenta de dos o más organismos durante su vida causándoles generalmente la muerte.

Deprimido. Aplastado dorsoventralmente.

Desplazamiento competitivo. Concepto ecológico basado en la ley de Gause, que sugiere que una especie es capaz de reemplazar a otra como resultado de la competencia por el mismo nicho.

Deutocerebro. Lóbulo medio del cerebro relacionado con las antenas.

Deutoninfa. En ácaros, segundo estado ninfal.

Diapausa. Período de detención del desarrollo o inactividad en adultos, determinado hormonalmente y no como respuesta inmediata a condiciones ambientales desfavorables.

Dicóptico. En dípteros, ojos separados por encima de la cabeza.

Dimorfismo. Formas distintas en cuanto a tamaño y estructuras en individuos de la misma especie. Caracteriza a dos tipos distintos; puede ser sexual, estacional o por hospedante.

Diploide. Organismo que posee dos copias de cada uno de los cromosomas.

Discal, Área. Porción central, del ala, que abarca la celda discal.

Discos imaginales. Masas celulares de tejido no diferenciado, presente en los jóvenes, que origina órganos en adultos.

Distal. Se dice de la parte de un miembro o de un órgano más separada de la línea media.

Dormancia. Reducción de actividad y baja de metabolismo.

Dosis letal media (DL₅₀). Dosis que produce la muerte de la mitad de la población de los organismos en prueba.

Ductos tubulares. Estructuras internas con el orificio en la superficie cuticular; los ductos varían considerablemente en estructura pero normalmente son de dos formas: **ductos con collar oral**, su tamaño y distribución en el cuerpo son variables, dependiendo de la especie, su apariencia bajo el microscopio es de un tubo con orificio simple y con un cilindro hueco proyectado internamente en la cutícula mostrando una esclerotización en su extremo interno. Los **ductos con anillo oral** son similares a los ductos tubulares con collar oral, pero tienen anillo muy conspicuo levantado de la cutícula alrededor de la apertura.

Eclosión. Proceso de emergencia de un individuo desde el huevo o de una envoltura juvenil.

Ectognatos. Insectos con las piezas bucales expuestas, las cuales se observan fácilmente y no están escondidas bajo ningún repliegue de la cabeza.

Ectoparasitoide. Parasitoides que ovipositan externamente y sus larvas se desarrollan por fuera del huésped.

Edeago o aedeago. Órgano reproductor del macho.

Elateriforme. Larva que se asemeja a la larva de los Elateridae: alargadas, cilíndricas, ortosomática y con un exoesqueleto muy resistente.

Electroforésis. Separación de moléculas en un campo eléctrico.

Electroporación. Disrupción por corrientes eléctricas de membranas en las células para insertar ADN exógeno.

Elicitor. Sustancia que produce una respuesta o reacción en un organismo vivo.

Élitro. Ala rígida, sin venación.

Embolio. Porción costal diferenciada del corium de los hemiélitros.

Empodio. Lóbulo medio ventral del último segmento tarsal, a veces en forma de espina.

Endito. Evaginaciones internas en artrópodos primitivos, que originan en insectos las piezas bucales y genitales.

Endogamia. Cruzamiento entre individuos de una raza, comunidad o población aislada genéticamente.

Endoparasitoide. Parasitoide de insectos que coloca sus huevos y las larvas se desarrollan dentro del huésped.

Endopterigotos. Insectos con desarrollo alar interno. Estados juveniles sin rudimentos de alas visibles externamente.

Entognatos. Insectos que poseen piezas bucales ocultas en un pliegue, que resulta del crecimiento del tegumento facial sobre las mandíbulas y maxilas, que se fusionan con los bordes del labio. Es común en Diplura, Protura y Collembola.

Enzoótico. Estado de ocurrencia continua de una enfermedad en animales con respecto a un patógeno en particular.

Epicráneo. Parte superior de la cabeza desde la cara hasta la nuca en Lepidoptera.

Epicutícula. Delgada lámina externa de la cutícula, que cumple funciones no esqueléticas.

Epidemiología. Estudio de las enfermedades epidémicas en una población de humanos.

Epifaringe. Estructura esclerosada ubicada en el piso de la cámara bucal, que actúa como lengua. A dicha estructura confluyen las glándulas salivales.

Epífisis. Colchón móvil parecido a un lóbulo en la superficie interior de la tibia anterior, en Lepidoptera.

Epígeo. Que vive sobre la tierra.

Epímero. Esclerito lateral posterior de un segmento torácico.

Epimerón. División posterior de un pleurón torácico, marcado anteriormente por el surco pleural.

Epimórfico o epimorfosis. Desarrollo en el cual todos los segmentos están diferenciados en el embrión antes de la eclosión.

Epiprocto. Esclerito dorsal al orificio anal, derivado del XI segmento abdominal.

Episterno. Esclerito lateral anterior de un segmento torácico.

Episternum. Esclerito anterior del pleurón, marcado posteriormente por el surco pleural.

Epizoótico. Brote de una enfermedad, en la cual hay un gran número de casos.

Epizootiología. Estudio de las enfermedades de animales que son epidémicas en la naturaleza.

Eruciforme. Larva semejante a una larva polípoda en forma y apariencia, con espuripedios.

Escama. Crecimientos unicelulares del tegumento, de varias formas y colores; en lepidópteros cubren las alas.

Escapo. Segmento basal o primer segmento de la antena de los insectos.

Escarabeiforme. La larva oligópoda en forma de "C", como la larva de los gusanos blancos de los Scarabaeidae.

Esclerito. Parte del tegumento limitado por suturas.

Escolus. Tubérculos en forma de proyecciones espinosas saliendo del integumento en las larvas de Saturniidae y otros lepidópteros.

Escudo. Mayor parte de un tergo torácico anterior a la sutura escuto - escutelar.

Escutelo. Esclerito tergal posterior al escudo.

Especiación. Mecanismo que da origen a especies.

Especiación simpátrica. Ocurre cuando dentro de una misma especie surge otra nueva a partir de la primera, como consecuencia de un aislamiento reproductivo precigótico. Esta especiación es común en insectos parasitoides y orquídeas.

Especie. *Concepto evolutivo:* linaje único de poblaciones ancestro-descendientes que mantienen identidad propia. *Concepto biológico:* grupo de poblaciones aisladas reproductivamente de otras semejantes. *Concepto genético:* grupos de poblaciones de organismos biparentales que comparten un sistema reproductivo.

Especie oportunista. Especializada en la explotación de hábitats recién abiertos. Estas especies por lo común, son capaces de dispersarse a largas distancias y de reproducirse con rapidez, presentan estrategia tipo R.

Espermateca. Estructura genital de las hembras para almacenar espermios.

Espermatóforo. Estructura proteinacea portadora de espermios.

Espermio. Espermatozoide.

Espiráculo. Orificio tegumentario de funciones respiratorias; estigma.

Espiritrompa. Órgano chupador de los lepidópteros, con forma de tubo largo, que las mariposas despliegan para chupar el néctar de las flores, a modo de lengua, y que recogen después enrollándolo en espiral.

Espuripedio. Patas abdominales en las larvas eruciformes de los lepidópteros e himenópteros.

Esqueletonizador. Larva de insecto que consume el parénquima de las hojas, dejando sólo la nervadura de ella.

Estadio. Período entre mudas de un insecto inmaduro.

Estado. Cada uno de los períodos definidos y diferenciados en la metamorfosis de los insectos.

Estemata. Ojos simples, a menudo circulares, agrupados en posición lateral en la cabeza de larvas de holometábolos.

Esternelo. Esclerito esternal posterior, separado por la sutura esternocostal.

Esternito. Parte ventral de cualquier segmento corporal.

Esterno. Semianillo ventral de un segmento.

Esternum. Cara ventral del cuerpo.

Estiletes. Estructuras como aguja o un pequeño estilo ubicada en el término del abdomen y, a veces, en las partes bucales de insectos picadores-succionadores.

Estiliformes. En forma de estilo o bastón.

Estipes (pl. estípites). Segmento medio de la maxila.

Estomatogástrico. Sistema nervioso simpático.

Estomodeo. Parte anterior del intestino, revestida con cutícula y formado por: boca, faringe esófago, buche y molleja.

Estridulación. Ruido que se produce por el roce de estructuras, como las patas con las alas o con el abdomen, etc. Mecanismo para atraer al sexo opuesto.

Etiología. Estudio o teoría de la causa de las enfermedades. El conocimiento que se tiene sobre las causas de una condición patológica.

Eversible. Estructura que es capaz de inflarse o darse vuelta hacia adentro o hacia afuera en el cuerpo de un animal.

Exarata. Pupa con apéndices libres.

Éxito. Evaginación externa sobre los escleritos basales de un apéndice primitivo.

Exopterigoto. Juveniles con rudimentos de alas visibles externas.

Exótico. Que no pertenece al lugar.

Exotoxinas. Sustancias venenosas producidas por células microbiales y liberadas en sus alrededores sin destrucción de la célula.

Extensor. Músculo que extiende un apéndice.

Exudar. Secretar productos de glándulas exocrinas.

Exuvia. Tegumento abandonado de un estado juvenil en la metamorfosis.

Falciforme. Proyección curva en forma semejante a una hoz.

Fémur. Tercer segmento de la pata, entre el trocánter y la tibia; generalmente, muy desarrollado y más largo.

Feromona. Compuestos liberados por un organismo, que provocan una reacción en otro de su misma especie.

Filófago. Que se alimenta de las hojas de una planta.

Flabelo. Lóbulo distal piloso de la glosa en *Apis*.

Flagelo (también **funículo**). Parte de la antena del insecto compuesta de artejos o antenómeros.

Flecos. Bordeado de escamas piliformes, escamas u otros procesos, que se extienden libremente más allá del borde sólido.

Flexor. Músculo que permite que un apéndice se pueda doblar.

Fontanela. Pequeña depresión de color pálido que se ubica en la frente de la cabeza entre los ojos de las termitas.

Forceps. Pinzas, cercos o estructuras pares, que se oponen para aprisionar a otro elemento, al final del abdomen o en las estructuras genitales.

Forésis. Tipo de relación simbiótica en la cual un organismo se asocia con otras especies con el fin de obtener transporte.

Fotocitos. Células fotógenas presentes en algunas especies productoras de luz.

Fotoperíodo. Alternancia de horas de luz y de oscuridad en un día.

Fragma. Proyecciones cuticulares internas de refuerzo estructural o inserción muscular.

Fragmata. Pared membranosa que separa casi totalmente los compartimentos corporales de un animal.

Frente. Esclerito impar de la cabeza, ubicado entre los ojos compuestos y sobre el clipeo.

Frénulo. Proyección del ala anterior en forma de espina, que engancha con el ala posterior en los lepidópteros.

Fundatrix. En áfidos, hembra proveniente de un huevo fecundado que se reproduce partenogenéticamente.

Funículo ver **Flagelo.** Parte de la antena compuesta de artejos o antenómeros.

Furca. Estructura en forma de Y o U en la cara interna del exoesqueleto o externamente en la genitalia.

Fúrcula. Furca pequeña.

Fusiforme. Estructura en forma de huso.

Gálea. Lóbulo distal externo de la maxila.

Gen. Secuencia de ADN que constituye la unidad funcional para la transmisión de los caracteres hereditarios.

Gena. Área lateral de la cabeza, que se extiende desde la boca hacia el borde inferior de los ojos.

Genoma. Material genético de un organismo. Específicamente, un conjunto de cromosomas con los genes que ellos contienen.

Genotipo. Constitución genética de un organismo.

Ginópara. Referido a áfidos, individuos que dan origen sólo a hembras.

Glabro. Desprovisto de pelos.

Glándulas mefíticas. Glándulas que exhalan olores pestilentes.

Glial. Células del tejido nervioso, importantes en la asimilación y nutrición neuronal.

Glosa. Lóbulos distales del labio; lengua.

Gnatosoma. En ácaros, región del rostro que lleva los palpos y quelíceros o estiletes.

Gonoporo. En el macho, la abertura externa del conducto eyaculador. En la hembra, el orificio que comunica el oviducto con la vagina.

Gregaria. Tendencia de los animales a vivir juntos.

Gremio. Grupo de especies que se encuentran en el mismo lugar y que comparten el mismo recurso alimentario.

Gula. Esclerito proximal al labio.

Hábitat. Lugar donde un organismo vive.

Hálteres o balancines. En los dípteros adultos, el ala posterior modificada o reducida en un órgano del equilibrio durante el vuelo.

Hámuli. Estructura de unión entre las alas formada de ganchos pequeños.

Haplodiploidía. Sistema reproductivo con machos haploides y hembras diploides.

Haplodiploidia funcional. Organismo diploide que durante la meiosis, un par de cromosomas falla en alinearse, y por lo tanto, no transmiten ni expresan la información codificada en estos cromosomas.

Haploide. Células u organismos que contienen una sola copia de cada uno de los cromosomas.

Hemiélitro. Primer par de alas en Hemiptera, con la parte proximal rígida y la distal membranosa.

Hemimetábolo. Especies con juveniles que poseen rudimentos externos de alas durante la metamorfosis.

Hemocelo. Cavidad general del cuerpo de los insectos llena de hemolinfa.

Hemocito. Célula de la hemolinfa en los insectos.

Hemoglobina. Materia colorante roja de la sangre.

Hemolinfa. Sangre, líquido extracelular en insectos.

Heteroica. En áfidos, poblaciones que cumplen su ciclo en una especie de planta.

Heterometábolo. Metamorfosis con juveniles acuáticos de respiración branquial (Odonata, Ephemera).

Hiperm metamorfosis. Desarrollo que presenta dos o más formas juveniles.

Hiperparasitismo. Se refiere a la parasitación de un parasitoide por otro parasitoide.

Hiperplasia. Excesiva multiplicación de células normales en un órgano o en un tejido.

Hipógeo. Que vive bajo tierra.

Histerosoma. En ácaros, región que se extiende desde el segundo par de patas hacia atrás.

Histogénesis. Proceso de formación de tejidos.

Histólisis. Destrucción de tejidos.

Histopatología. Se refiere al examen microscópico de una enfermedad o una herida en un tejido.

Holártica. Región zoogeográfica, que comprende Europa, Norte de África (hasta el desierto del Sahara) y Asia (hasta los montes del Himalaya), junto con la región Neártica en América del Norte.

Holometábolo. Tipo de desarrollo con juveniles muy diferentes al estado adulto; metamorfosis completa.

Holóptico. En dípteros, disposición de los ojos tocándose por encima de la cabeza.

Homólogos ecológicos. Dos especies alopátricas con nichos ecológicos similares o idénticos, especialmente en relación con la provisión de recursos en cantidades limitadas.

Huésped. Insecto o planta que alberga un microorganismo.

Humeral, Ángulo. Ángulo de la base del margen costal del ala.

Humor. Sustancia fluida de un cuerpo organizado, como la sangre, bilis, etc.

Humoral. Perteneciente a los humores o causado por ellos.

Idiobiontes. Parasitoides de huevos y pupas que matan sus huéspedes antes de que emerjan las larvas del parasitoide, y por lo tanto, éstas se desarrollan sobre huéspedes muertos o paralizados.

Idiosoma. Cuerpo del ácaro, desde el gnatosoma hacia atrás; incluye el propodosoma e histerosoma.

Imago. Adulto en insectos.

In vitro. En el tubo de ensayo u otro ambiente artificial. Fuera del organismo vivo.

In vivo. En el organismo viviente.

Inanición. Condición física resultante de una completa falta de alimento.

Infección. Relación biológica resultante en una enfermedad, en la cual el microorganismo invade, se establece, crece y se multiplica en el tejido o en los fluidos del cuerpo de su huésped.

Inmunidad. Característica que un organismo a veces adquiere y que lo capacita para resistir o sobreponerse a una infección, a la cual la mayoría de su clase es susceptible.

Insectos parasitoides. Son aquellos que viven la mayor parte de su ciclo de vida sobre o dentro de un organismo huésped, al cual mata durante el proceso.

Ínstar. Mudanzas sucesivas de un insecto. El primer ínstar ocurre entre la eclosión y la primera muda del insecto.

Integumento. Cubierta externa del cuerpo de los insectos que incluye el epitelio y la cutícula.

Johnston, órgano. Estructura sensorial en el primer segmento antenal del orden Diptera, a través del cual el insecto percibe sonidos.

Juvenoides. Compuestos químicos que impiden el paso a adulto.

Kairomona. Sustancia producida por un organismo que provoca una reacción en otro de distinta especie, que es favorable para el que la recibe y pero no para quien la emite.

Katepisterno. Parte inferior del episterno cuando hay sutura longitudinal.

Koinobiontes. Endoparasitoides que ovipositan dentro de un huésped móvil, dentro del cual las larvas del parasitoide se benefician al mantener vivo el organismo para continuar con su alimentación y desarrollo.

Labela. Lóbulo distal del labio en algunos Diptera.

Lábil. Dicho de un compuesto: Inestable, que se transforma fácilmente en otro.

Labio. Estructura que se forma con el segundo par de maxilas, dando lugar a la base de la boca de insectos mandibulados, se localiza detrás del primer par de maxilas.

Labro. Labio superior, se encuentra a continuación del clipeo al frente de la boca.

Lacinia. Lóbulo distal interno de la maxila.

Lamedor. Tipo de aparato bucal cuyas piezas están adaptadas para lamer y succionar jugos nutritivos.

Larva. Estado inmaduro posterior al huevo, presente especialmente en insectos holometábolos.

Lígula. Conjunto de glosas y paraglosas.

Linfa. Líquido amarillento o incoloro que tiene en suspensión glóbulos blancos y que circula por los vasos linfáticos.

Lipasa. Enzima que acelera la hidrólisis o el rompimiento de lipoproteínas o grasas.

Lisis. Rompimiento de la pared celular microbiana.

Lóbulos anales. En Pseudococcidae, son ligeras proyecciones del cuerpo en los dos lados del anillo anal, que terminan en un par de setas posteriores y que son de importancia taxonómica.

Locustol. Feromona de Acrididae, que promueve el comportamiento gregario.

Lorum. Esclerito impar que une distalmente los cardos en las abejas melíferas.

Mandíbula. Primer par de apéndices del aparato bucal, de aspecto y tamaño variables; provisto de dientes, en insectos masticadores, o en forma de estilete en insectos picadores y chupadores; en larvas de moscas son piezas internas en forma de ganchos.

Mántido. Representante de la familia Mantidae.

Masticador. Tipo de aparato bucal que se caracteriza por poseer piezas adaptadas para cortar y triturar los alimentos. Presenta un labro, un par de maxilas, un par de mandíbulas con sus correspondientes palpos y el labio inferior con sus palpos.

Maxila. Son dos estructuras situadas detrás de las mandíbulas, articuladas en la parte lateral inferior de la cabeza, son piezas auxiliares durante la alimentación.

Meiosis. Sucesión de dos divisiones celulares durante la formación de los gametos, de la que resultan cuatro células que tienen un cromosoma de cada pareja de la célula original.

Membrana peritrófica. Membrana quitinosa que rodea el alimento en el mesenterón.

Mentum. Subdivisión distal del postmentum, en la base del labrum.

Mesenterón. Intestino medio, secretor y absorbente, de origen endodérmico.

Metamorfosis. Serie de cambios, a través de los cuales un insecto crece desde huevo hasta el estado adulto.

Metatórax. Tercer segmento torácico portador del segundo par de alas y tercer par de patas.

Miasis. Enfermedad o daño causado por larvas de moscas.

Micangia. Ver Micetoma.

Micetocito. Célula especializada del huésped, que alberga simbiontes microbiales.

Micetoma. Estructura celular del huésped que funciona en parte, albergando microorganismos simbiotes. Igual a Micangia.

Micosis. Enfermedad causada por un hongo.

Micrópilo. Abertura del huevo para la fecundación.

Minador. Larva de insecto que hace un túnel o perfora bajo la epidermis del tejido de la hoja.

Mitosis. Secuencia de eventos que ocurren durante la división de una célula en dos células hijas.

Molleja. Porción de músculo del intestino anterior, que tritura el alimento.

Monógeno. Organismo que requiere solamente un huésped para completar satisfactoriamente su ciclo de vida anual.

Monóica. En áfidos, que tiene un sólo huésped; en plantas, ejemplares que tienen ambos sexos.

Morfo. Fenotipo diferenciable de otros.

Multiparasitismo. Ocurre cuando el parasitismo repetido sobre un huésped es causado por varias especies de parasitoides.

Multivoltino. Especie que completa varias generaciones al año.

Mutagénesis. Producción de mutaciones.

Mutualismo. Relación simbiótica entre dos organismos diferentes, en donde ambas especies se benefician de su asociación.

Neártica. Región zoogeográfica que incluye Norte América (Estados Unidos y Alaska) con excepción de México.

Necrófago. Que se alimenta de restos orgánicos (cadáveres).

Necrosis. Muerte del tejido vegetal.

Nematocero. Que tiene antenas largas (Diptera).

Neotropical. Región zoogeográfica que se extiende desde México al Cabo de Hornos; incluye las Indias Occidentales (Caribe).

Nervadura. Tubos capilares cuyo conjunto constituye el esqueleto, sostén o almacén de las alas y las vías por las que penetra el aire, la sangre y el sistema nervioso. También llamados venas o nervios.

Nicho. Función que cumple un organismo en su comunidad y explica de qué se alimenta un organismo, a quién le sirve de alimento o cómo se reproduce.

Ninfa. Estado inmaduro de un insecto hemimetábolo, el cual es similar al adulto pero no apto reproductivamente.

Nivel trófico. Posición de un organismo en la cadena alimenticia, determinado por el número de pasos de transferencia de energía. Ej.: productor, herbívoro, primer carnívoro, segundo carnívoro.

Noto. Dorsal.

Nucleopoliedrosis. Enfermedad virosa en insectos, especialmente en larvas de ciertos lepidópteros e himenópteros, caracterizados por la formación de cuerpos poliédricos de inclusión (poliedros) en el núcleo de las células infectadas. Es sinónimo de poliedrosis nuclear.

Obrera. Hembra estéril en colonias de himenópteros sociales.

Obtecta. Pupa o crisálida que poseen los lepidópteros, en la cual las alas y los apéndices están comprimidos sobre el cuerpo y con la mayoría de los segmentos abdominales inmóviles.

Ocelos (ver estemata). En insectos adultos son tres ojos simples que consisten de un sólo lente convexo.

Ocluido. Se dice de aquellos virus, en los cuales los viriones están ocultos en un cristal proteínico denso, suficientemente grande para ser visibles en el microscopio de luz.

Ojo compuesto. Agregación o conjunto de elementos visuales separados, conocidos como ommatidios, cada uno de los cuales corresponde a una faceta de la córnea.

Oligídica. Perteneciente a un medio usado para criar organismos, que consiste totalmente o en gran parte de materiales crudos, en los cuales ninguna molécula, con excepción del agua, se ha establecido como un requerimiento nutricional absoluto.

Oligonefrídico. Especie con tres a ocho tubos de Malpighi.

Oligopoda. Larva caracterizada por poseer patas torácicas bien desarrolladas y funcionales.

Ommatidio. Cada elemento visual de un ojo compuesto.

Omnívoro. Que se alimenta de alimentos vegetales y animales.

Ooteca. Estructura en donde los insectos llevan o colocan externamente los huevos.

Oquedad. Cavidad.

Ortosomática. De cuerpo recto o rectilíneo.

Oruga. Larva eruciforme o polípoda de los lepidópteros; larva de cuerpo suave que además de las seis patas torácicas posee un número de espuripedios en los segmentos abdominales.

Osmeterio. Glándula carnosa tubular eversible en forma de Y, en el extremo anterior de ciertas larvas de lepidópteros.

Ostíolo. Hendiduras pareadas sobre la pared dorsal del cuerpo, especialmente en Pseudococcidae. Son abultamientos redondeados de la epidermis en forma de dos labios, separados por una depresión.

Ovariolo. Una de las unidades formadoras de gametos en el ovario.

Ovipositor u ovopositor. En la hembra de los insectos, el órgano por el cual los huevos son depositados; son prolongaciones articuladas de los últimos segmentos abdominales.

Ovisaco. En algunos insectos es una estructura donde éstos albergan los huevos y emerge el estado inmaduro.

Ovoviviparí. Retención de huevos por la hembra, de tal manera que da a luz un juvenil, sin que haya intercambio de nutrientes.

Paleártica. Región zoogeográfica que incluye, parte de Europa, Norte de África hasta el desierto del Sahara, y Asia hasta los montes del Himalaya.

Palpos. En ácaros, apéndices articulados que se ubican a ambos lados de los quelíceros, y que ayudan en la función de la alimentación. En insectos, actúan como apéndices sensoriales del aparato bucal.

Pantropical. Se refiere a un área de ocurrencia geográfica. Para que una distribución de un taxón sea pantropical, debe aparecer en regiones tropicales en todos los continentes mayores, por ejemplo: en África, en Asia, en América.

Paraprocto. Esclerito lateral al orificio anal derivado del segmento XI.

Parasitismo. Especie que se beneficia afectando de manera adversa a la otra.

Parásito. Organismo dependiente de otro y que le provoca daños graduales.

Parasitoide. Organismo dependiente de otro durante su vida juvenil y que le provoca generalmente la muerte. El adulto es de vida libre.

Partenogénesis. Desarrollo de un individuo a partir de un gameto femenino no fecundado.

Patogénesis. Estudio del desarrollo de una enfermedad.

Paurometábolo. Desarrollo juvenil gradual, con alas externas, en el mismo medio que el adulto.

Peciolo. Segmentos delgados entre el tórax y el abdomen.

Pedicelo. Segundo segmento de la antena en los insectos.

Pedogénesis. Producción de huevos o juveniles por un estado inmaduro o estado larval de un animal.

Pedunculado. Que tiene pedúnculo

Pedúnculo. En botánica: pezón de la hoja, flor o fruto; en zoología: prolongación del cuerpo, mediante la cual están fijos al suelo algunos animales de vida sedentaria.

Penelipse. En las pseudopatas de larvas, la figura formada cuando menos de la mitad de un círculo uniseriado de *crochets* está ausente.

Per oral. Por medio o a través de la boca, igual que *per os*.

Per os. Por medio o a través de la boca.

Pigidio. Tergo del último segmento abdominal; en Diaspididae, región no segmentada y quitinizada del último segmento de la hembra adulta, donde se abre la vulva, el ano y las glándulas acompañantes que secretan sustancias formadoras de la caparazón dorsal.

Plasma. Parte líquida que se encuentra en la sangre y en la linfa.

Pleura. Áreas laterales de un segmento; tegumento flexible.

Pleurito. Esclerito del área pleural.

Pleurón o pleurito. Caras laterales de un segmento corporal.

Podial. Región donde van las patas.

Poiquilotérmico. Se refiere a la temperatura del cuerpo de los insectos, que cambia de acuerdo con la temperatura ambiental.

Poliandria. Condición en que una hembra se aparea con muchos machos.

Poliedrosis. Enfermedad virosa de ciertos insectos caracterizada por la formación de inclusiones poliédricas en los tejidos de los insectos infectados. Si los cuerpos de inclusión (poliedros) se forman en el núcleo de las células infectadas, la enfermedad se conoce como “poliedrosis nuclear”, pero si las inclusiones se encuentran en el citoplasma de la célula, la enfermedad se denomina “poliedrosis citoplasmática”.

Polifónica. Especie donde hay varias formas y funciones, en ejemplares con una misma base génica.

Poligamia. Condición de apareamientos múltiples.

Poliginia. Condición de un macho que se aparea con muchas hembras.

Poliginio. Se dice de una colonia de insectos sociales, con castas que tienen varias reinas.

Polinefrídico. Especie con 8 a 150 tubos de Malpighi.

Poliploide. Con más de dos series de cromosomas.

Poros. Orificios en el integumento, que en Pseudococcidae generalmente son de cuatro tipos: **discoides multiloculares**, generalmente se encuentran alrededor de la vulva y contribuyen a la producción del ovisaco; **triloculares**, se observan como un triángulo con bordes romos y tres cavidades internas (lóculos); **quinqueloculares**, son poros con cinco lóculos; **discoides**, generalmente son diminutos y algunas veces cribosos.

Postnoto. Placa intersegmentaria unida al tergo precedente en el tórax.

Presterno. Esclerito esternal anterior limitado por la sutura presternal.

Pretarso. Último segmento tarsal.

Principio de exclusión. Principio que asevera que dos especies no pueden coexistir en la misma localidad, si poseen idénticas exigencias ecológicas.

Proboscis. Cualquier estructura bucal alargada que sirve para picar y/o succionar.

Procariota. Organismos haploides sin núcleo discreto, como bacterias y algas azules.

Proclinado. Inclinado hacia adelante o hacia atrás.

Proctodeo. Intestino posterior revestido de cutícula.

Procutícula. Parte de la cutícula, de funciones esqueléticas, ubicada por abajo de la epicutícula.

Pronotum o pronoto. Parte dorsal del segmento torácico anterior.

Propodeo. Primer segmento abdominal unido al tórax en himenópteros.

Protocerebro. Lóbulo mayor del cerebro, relacionado directamente con los ojos y centros internos.

Proventrículo. Igual a molleja

Pteroteca. Cubierta externa de las alas, en el estado pupal.

Pterygota. Grupo de insectos alados o secundariamente ápteros.

Ptilinum. En dípteros ciclorrafos, órgano frontal inflable que permite al imago abandonar el pupario durante el proceso de emergencia.

Pulvilo. Lóbulos laterales de los tarsos o bajo las uñas del pretarso.

Pupa. Estado intermedio entre larva y adulto, en los insectos holometábolos.

Pupari. En dípteros superiores, cubierta externa endurecida de la pupa, correspondiente a la última piel de la larva.

Quiescencia. Estado de inactividad con baja de metabolismo debido a condiciones ambientales adversas.

Rabdoma. Cada una de las estructuras diminutas en forma de bastón de las retículas de los ojos compuestos de los artrópodos.

Radial, Vena. En Diptera, segunda vena longitudinal después de la vena costal.

Reniforme. De forma parecida a la de un riñón.

Resilina. Proteína elástica de la procutícula.

Respuesta funcional. Respuesta en el comportamiento de un individuo parasitoide o depredador a cambios en la densidad de su huésped (presa). Una respuesta positiva, significa un mayor consumo, al incrementar el número de huéspedes (presas), y viceversa.

Respuesta numérica. La respuesta en reproducción, migración o sobrevivencia, de la población de un parasitoide o depredador, que resulta de los cambios en la densidad del huésped (presa). Una respuesta positiva significa una mayor reproducción, sobrevivencia e inmigración, al incrementar el número de huéspedes (presas), y viceversa.

Rodopsina. Pigmento fotosensible de los ojos.

Rostrum o rostro. Pico o nariz en los insectos.

Saprófago. Que se alimenta de materia muerta o en descomposición, de procedencia vegetal o animal.

Scarabiforme. Larva gruesa con cuerpo cilíndrico curvado.

Semioquímicos. Compuestos químicos que participan en la comunicación o modifican el comportamiento de los ejemplares.

Sensila. Unidad estructural sensorial.

Septicemia. Condición de enfermedad en la sangre, debida a la presencia de microorganismos patogénicos.

Sero o serum. Líquido que se separa cuando la sangre se coagula.

Serología. Estudio de la naturaleza e interacción de antígenos y anticuerpos.

Sésil. Estructura que se prolonga sin una base o pedicelo.

Seta. Pelos en los insectos.

Setiforme. En forma de seta.

Seudotráquea. Surcos finos presentes en la labela de las moscas.

Sexúparas. En áfidos, hembras que dan origen a ejemplares sexuales.

Sifones. En áfidos, ver cornículos.

Signo. Cualquier manifestación objetiva de enfermedad, indicada por un cambio en estructura.

Simbionte. Organismo que vive en simbiosis.

Simbiosis. Asociación en la cual dos individuos de diferente especie viven juntos.

Sincronía. Coincidencia en el tiempo entre la etapa fenológica susceptible del huésped con la del adulto parasitoide.

Síndrome. Grupo de signos y síntomas característicos de una enfermedad en particular.

Sinomona. Compuesto químico liberado en la interacción entre plantas e insectos, inducida por estos herbívoros. Son aleloquímicos adaptados tanto a los organismos que las transmiten como a los que reciben la señal.

Sinónimo. Diferentes nombres científicos dados a la misma especie. El nombre más antiguo (después de la X Edición del Sistema Natural de Linneo), tiene prioridad.

Síntoma. Cualquier aberración objetiva en funciones que indique enfermedad.

Siringe. Estructura hipofaríngea inyectora de saliva en hemípteros.

Sobreenfriamiento. Capacidad de resistir temperaturas bajo 0°C, sin que se produzca congelación.

Spinasterno. Esclerito externo intersegmentario.

Subcosta. Vena longitudinal, que se extiende paralela a la costa en el margen anterior del ala (R1 en Diptera), uniéndose al margen del ala antes que la vena costa.

Subcoxa. Esclerito pleural, generalmente relacionado con la coxa.

Subimago. Juvenil alado con forma de adulto.

Sucrófago. Que se alimenta de jugos dulces.

Superparasitismo. Se refiere al parasitismo repetido en un huésped por parte de parasitoides de la misma especie.

Sutura. Línea marcada en el tegumento entre dos escleritos.

Tagma. Grupo de segmentos sucesivos, que forman una parte distinguible del tronco del insecto (cabeza, tórax y abdomen).

Tagmatización. Especialización funcional que determina regiones corporales por reunión de segmentos.

Tarso. Último segmento de la pata.

Tarsómero. Segmento del tarso.

Taxón. Grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados, asignándole al grupo un nombre en latín, una descripción y un "tipo". Cada descripción formal de un taxón está asociada al nombre del autor o autores que la realizan, los cuales figuran detrás del nombre científico. En latín el plural de taxón es **taxa**, y es como suele usarse en inglés, pero en español el plural adecuado es **taxones**.

Taxonomía. Ciencia que define a los taxones.

Tegmen. Primer par de alas pergaminosas en Orthoptera.

Tégula. Estructura pequeña, en forma de escama, sobreponiéndose en la base del ala anterior.

Telitoquia. Forma de partenogénesis en la cual sólo se producen hembras de huevos no fertilizados.

Tenáculo. Estructura ventral en Collembola que sujeta la fúrcula.

Tenidio. Engrosamiento de la cutícula traqueal, que mantiene constante el diámetro del tubo.

Tentorio. Proyecciones cuticulares cefálicas internas, generalmente en forma de H, que refuerzan la resistencia a la deformación.

Teratología. Ciencia que estudia las malformaciones o monstruosidades.

Tergito. Esclerito dorsal de un segmento.

Tergo. Semianillo dorsal en un segmento.

Tibia. Cuarto segmento de la pata de un insecto y quinto en la pata de un ácaro, que se articula distalmente con el tarso.

Timbal. Órgano productor de sonidos en "chicharras".

Tórax. Segunda región del cuerpo de los insectos, portadora de los apéndices locomotores.

Toxemia. Condición producida por la diseminación de toxinas en la sangre.

Toxina. Veneno producido por una bacteria o un hongo.

Tráquea. Tubos respiratorios de origen ectodérmico en insectos.

Traqueo branquias. Extensiones laterales del tegumento o tegmen, que lleva en su interior las tráqueas para respirar en el medio acuático.

Traqueola. Ramificación final de una tráquea, originada por una célula traqueolar.

Tritocerebro. Lóbulo ventral del cerebro, relacionado con el labro y el ganglio frontal.

Triungulina. Forma larvaria móvil y activa de un Meloidae.

Trocánter. Segmento de la pata entre la coxa y el fémur.

Trofocito. Célula propia del cuerpo graso.

Trofóforesis. Fenómeno por el cual un organismo se transporta a otro a sitios de colonización para beneficio mutuo.

Uña. Cada uno de los garfios pretarsales, simples o bífidos, en número de 2 ó 3, que cumplen función de sujeción en insectos.

Uniordinal. Cuando los *crochets* se presentan de un solo tamaño en cada fila o serie.

Uniserial. Cuando los *crochets* están dispuestos en una sola serie o fila.

Univoltino. Especie con una sola generación anual.

Venas. Estructura tubular esclerotizada que sostiene las alas de los insectos.

Vermiforme. Larva sin patas, sin diferenciación notoria de la cabeza del tórax, típica de dípteros.

Vesícula. Estructura globular semejante a una vejiga.

Virulencia. Habilidad de un microorganismo de invadir y dañar el cuerpo de su huésped. Se mide experimentalmente por la dosis letal media (DL_{50}).

Vivípara Especie cuyas crías se alimentan y tienen desarrollo embrionario en el cuerpo de la madre.

Vulva. Corresponde al orificio genital y se presenta cuando la hembra del insecto pasa al estado adulto.

Referencias consultadas

ATKINS, M. D. 1978, *Insects in perspective*. MacMillan Publishing Co., Inc., New York, 513 p.

BUSTILLO, A. E. 1979. *Glosario sobre patología de insectos*. Documento de trabajo No. 4, ICA, Medellín, Colombia, 27 p.

RAMOS, A. A. 2006. Chinchas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae y Putoidae) en cinco cultivos de la región andina colombiana. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Tesis Magister en Ciencias Agrarias, 105 p.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2001. *Diccionario de la lengua española*. XXII edición, <http://www.rae.es/>.

RODRÍGUEZ, L. A.; LEYVA V., J. L. 1998. Teoría y bases ecológicas del control biológico. Memoria. En: *Curso Nacional de Control Biológico*. Río Bravo, Tamaulipas: México, SAGAR- INIFAP- Sociedad Mexicana de Control Biológico, 20 p.

STEINHAUS, E. A.; MARTIGNONI, M. E. 1970. *An abridged glossary or terms used in Invertebrate Pathology*. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, USDA, Forest Service, 2nd ed., 38 p.

TORRE -BUENO De La, J. R. 1973. *A glossary of entomology*. Entomological Society, Hafner service agency, New York, 335 p.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. 7th ed. Thompson, Brooks / Cole, Belmont, California, 864 p.

WIKIPEDIA. 2008. *La enciclopedia libre*. <http://es.wikipedia.org/wiki/>